

**DARSTELLUNG DER TOPOGRAPHISCHEN  
ANATOMIE DER VORDERGLIEDMAßE DER  
RINGELTAUBE (*COLUMBA PALUMBUS*  
*PALUMBUS* LINNAEUS, 1758)**

**ANSGAR WALDMANN**



**INAUGURAL-DISSERTATION**  
zur Erlangung des Doktorgrades beim  
Fachbereich Veterinärmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

---

**édition scientifique**  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

**Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.**

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2006

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Author or the Publishers.

1<sup>st</sup> Edition 2006

© 2006 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, Giessen  
Printed in Germany



**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**  
édition scientifique

STAUFENBERGRING 15, D-35396 GIESSEN  
Tel: 0641-5599888 Fax: 0641-5599890  
email: [redaktion@doktorverlag.de](mailto:redaktion@doktorverlag.de)

**[www.doktorverlag.de](http://www.doktorverlag.de)**

Aus dem Institut für Veterinär-Anatomie, -Histologie und -Embryologie  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Betreuer: Prof. Dr. G. Hummel

und

der Klinik für Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Betreuer: Prof. Dr. E. F. Kaleta

**DARSTELLUNG DER TOPOGRAPHISCHEN ANATOMIE  
DER VORDERGLIEDMAßE DER RINGELTAUBE  
(*COLUMBA PALUMBUS PALUMBUS* LINNAEUS, 1758)**

**INAUGURAL-DISSERTATION**

zur Erlangung des Doktorgrades beim  
Fachbereich Veterinärmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

eingereicht von

**Ansgar Waldmann**

Tierarzt aus Leverkusen

Gießen 2006

**Mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen**

Dekan: Prof. Dr. M. Reinacher

---

1. Berichterstatter: Prof. Dr. G. Hummel
2. Berichterstatter: Prof. Dr. E. F. Kaleta

Tag der mündlichen Prüfung:

21.07.2006

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Literaturübersicht.....</b>	<b>3</b>
2.1	Zur Biologie der Ringeltaube .....	3
2.2	Vom Waldbewohner zum Kulturfolger .....	3
2.3	Zur Anatomie der Ringeltaube .....	5
2.4	Krankheiten und Verletzungen des Flügels.....	6
2.4.1	Nicht infektiöse Ursachen .....	7
2.4.2	Infektiöse Ursachen .....	8
2.5	Herstellung von Gefäßausgüssen durch Korrosionspräparate der großen Blutgefäße.....	11
<b>3</b>	<b>Material und Methoden .....</b>	<b>12</b>
3.1	Herkunft des Materials .....	12
3.2	Methoden .....	12
3.2.1	Anfertigung der Knochenpräparate .....	12
3.2.2	Anfertigung der Muskel- und Nervenpräparate .....	13
3.2.3	Anfertigung der Gefäßausgüsse .....	14
3.2.4	Dokumentation .....	15
<b>4</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>17</b>
4.1	Knochen des Flügels, Ossa alae.....	17
4.1.1	Oberarmbein, Humerus.....	17
4.1.2	Knochen des Unterarms, Ossa antebrachii .....	21
4.1.3	Handknochen, Ossa manus .....	28
4.2	Muskulatur des Flügels .....	34
4.2.1	Stabilisatoren des Schultergürtels.....	34
4.2.2	Flugmuskeln .....	37
4.2.3	Spanner der Flughaut .....	39

4.2.4	Strecker und Supinatoren des Flügels .....	39
4.2.5	Beuger und Pronatoren des Flügels .....	42
4.3	Blutgefäße des Flügels.....	58
4.3.1	Arteriell es Gefäßsystem.....	58
4.3.2	Venöses Gefäßsystem .....	66
4.4	Nerven des Flügels .....	72
4.4.1	Nerven des Oberarms .....	72
4.4.2	Nerven des Unterarms .....	73
4.5	Federn .....	82
4.5.1	Federn des Flügels .....	82
<b>5</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>85</b>
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>90</b>
<b>7</b>	<b>Summary .....</b>	<b>91</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>92</b>

# 1 Einleitung

In Mitteleuropa kommen drei Taubenarten besonders häufig vor. Dies sind die Ringeltaube (*Columba palumbus palumbus* Linnaeus 1758), die Türkentaube (*Streptopelia decaocto* Frivalsky, 1838) und die verwilderte Haustaube (*Columba livia s. urbana*), die auch Stadt- oder Straßentaube genannt wird.

Sowohl die drei Arten der Tauben aus der Ordnung Columbiformes als auch viele andere Vogelarten im urbanen Lebensraum finden vermehrt Interesse und Zuneigung bei vielen Menschen, insbesondere der städtischen Bevölkerung. Dies trifft sowohl zu für ornithologisch-wissenschaftlich Interessierte als auch für Menschen, die in allen urbanen Tauben einen erhaltens-, pflege- und schutzbedürftigen Teil der Tierwelt sehen.

Durch die anhaltende Vergrößerung des Bestandes werden vermehrt Ringeltauben in die Tierarztpraxen gebracht. Häufigste Gründe sind Unfälle und Schussverletzungen, insbesondere im Bereich der Vorder- und Beckengliedmaße (CONZEMIUS und KOPF, 1991). Nicht selten sind dann operative Eingriffe erforderlich, besonders im Bereich des Flügels. Zur Diagnostik sind häufig auch Blutentnahmen aus der Flügelvene von Nöten. In der vorhandenen Literatur findet weder die systematische, noch die topographische Anatomie der Ringeltaube Beachtung. Dem behandelnden Tierarzt stehen lediglich allgemeine Werke über die Vogelanatomie oder Werke über die Haustaube zur Verfügung. Die Haustaube (*Columba livia domestica*) stammt von der Felsentaube (*Columba livia* Gmelin, 1789) ab und gehört somit derselben Familie (Columbidae) und demselben Genus (*Columba*) wie die Ringeltaube an.

Für Tauben und auch im Speziellen für die Ringeltaube sind viele Erkrankungen bekannt, bei denen invasive Behandlungen notwendig sein können. Gründe für operative Anwendungen am Flügel können Frakturen, Fissuren, Luxationen sowie diverse Verletzungen sein. Methoden zur Unterbindung der Flugfähigkeit im Einzelfall können ebenfalls ein Anlass sein (VOGEL et al., 1983; COLES, 1988; LÜTHGEN, 1994; COLES, 1997; HATT, 2003).

Der Tierarzt sieht sich mit vielen verschiedenen Krankheiten bei Ringeltauben konfrontiert. Dennoch liegt bisher kein anatomisches Grundwerk vor, um die vordere Extremität genauer untersuchen, beurteilen und behandeln zu können. In der vorliegenden Arbeit werden deshalb anatomische Untersuchungen über die Muskulatur, Arterien, Venen und die Hauptäste der Nerven des Flügels von Ringeltauben vorgenommen und somit anatomische Grundlagen für klinische Untersuchungen und operative Eingriffe am Flügel geschaffen. Anhand moderner Dokumentation mittels Digitalfotografie wird die topografische Anatomie dargestellt, um dem Interessierten in verständlicher und anschaulicher Art zur Verfügung zu stehen. Weiterhin werden die eigenen Ergebnisse mit den Mitteilungen in der vorhandenen Literatur über die Haustaube (*Columba livia domestica*) verglichen.

Im Rahmen der Erstellung der Ausguss-Präparate der Blutgefäße ergaben sich praktische Probleme bei deren Darstellung. Es mussten deshalb neue Methoden getestet und mit publizierten Angaben verglichen werden.



## **2 Literaturübersicht**

### **2.1 Zur Biologie der Ringeltaube**

Die Ringeltaube ist die größte auch in Mitteleuropa sehr häufig anzutreffende Wildtaube (RÖSLER und RÖSLER, 1975; VOGEL et al., 1980; BAPTISTA, 1997). Sie ist circa 40-45 cm groß und wiegt circa 500 Gramm (HASEDER und SINGLWAGNER, 1984; CLAUSSEN, 1986; CLAUSSEN und DAVID, 1996; BAPTISTA et al., 1997; JOHNSTON, 2000; NÜSSLEIN, 2000; KRUSCHEL, 2004). Sie gilt als Kosmopolit unter den Tauben und ist somit fast in der ganzen Welt beheimatet. Im Südwesten von den Azoren bis Turkmenistan im Osten, von Sibirien im Norden und Indien im Süden erstreckt sich ihr Verbreitungsgebiet (HASEDER und SINGLWAGNER, 1984; MÜLLER, 2000).

Die Ringeltaube ist bei der Wahl ihrer Brut-, Schlaf- und Ruheplätze sehr anpassungsfähig. Ihr dienen dazu Waldungen aller Art, sowohl Laub- als auch Misch- und Nadelwälder. Hinzu kommen Auwälder, Feldgehölze, Hecken und Sträucher von Kulturland (Ruß, 1887; MÜLLER, 2000), größere Gärten, Parkanlagen, Obstgärten (HASEDER und SINGLWAGNER, 1984) und selbst Bäume belebter Straßen inmitten von Großstädten (RÖSLER und RÖSLER, 1975). Verstädterte Ringeltauben brüten frei und unbekümmert vom Verkehrslärm sogar an Gebäuden (MÜLLER, 2000).

Das jeweilige Nahrungsangebot bestimmt ihren Aufenthaltsort und ihre Siedlungsdichte (BETTMANN, 1973; KALCHREUTER, 1994). Bei hoher Siedlungsdichte kommt es zur temporären Bildung von Schwärmen, die teilweise erhebliche Schäden auf landwirtschaftlichen Flächen verursachen. Dies betrifft vor allem Raps- und Maisfelder, ebenso Erbsen-, Buschbohnen-, Grünkohl- oder Spinatfelder (RÖSLER und RÖSLER, 1975).

### **2.2 Vom Waldbewohner zum Kulturfolger**

Die Bestandszahlen der Ringeltaube sind im vergangenen Jahrhundert stetig angestiegen. Die Ringeltaube hat sich vom scheuen Waldbewohner (BREHM, 1857) zu einem Kulturfolger entwickelt (RÖSLER und RÖSLER, 1975; GLUTZ UND

BAUER, 1980; VOGEL et al., 1980). Die Ringeltaube gehört zum jagdbaren Federwild und unterliegt somit auch dem gültigen Jagdgesetz.

Die nachfolgenden Zahlen der jagdlichen Jahrestrecken in der Bundesrepublik Deutschland und speziell im Bundesland Nordrhein-Westfalen belegen diesen stetigen Anstieg (KÜBLER, 2006):

Jahresstrecke Ringeltauben		Jahresstrecke Ringeltauben	
bundesweit :		Nordrhein-Westfalen:	
1969/70	421. 727	1957/58	57. 874
1973/74	604. 568	1973/74	320. 488
1983/84	642. 587	1983/84	335. 543
1993/94	763. 951	1993/94	417. 000
2001/02	831. 216	1999/00	444. 000
2004/05	915. 245	2004/05	615. 786

Die Jahresstrecken der Ringeltauben sind in den letzten 30 Jahren bundesweit fast verdoppelt worden. In Nordrhein-Westfalen sieht man in den vergangenen 50 Jahren eine Verneunfachung der Jahresstrecke. Genauere Zählungen des Bestandes gibt es nicht. Lediglich regionale Zählungen aus Landstreifen in der Bundesrepublik Deutschland und in Großbritannien existieren (BETTMANN, 1973). Die intensive, oft hauptsächlich gegen Ende der Fortpflanzungsperiode betriebene Jagd hat bisher offenbar nicht zu Bestandsrückgängen geführt (GLUTZ und BAUER, 1980).

Eine Erklärung für die Zunahme der Bestandsgröße bietet die ornithologische und jagdliche Literatur über die Ringeltaube nur selten. Die Ringeltaube brütet etwa zwei- bis dreimal pro Jahr. Eine Veränderung im Brutverhalten, die eine eventuelle Erklärung bieten könnte, wurde bisher nicht diskutiert. Im Gegenteil, es bleiben diese Angaben von 1857 (BREHM, 1857) über 1973 (BETTMANN, 1973) bis 2004 (KRUSCHEL, 2004) konstant.

Da das Nahrungsangebot für die Fortpflanzung der limitierende Faktor sein könnte (BEZZEL, 1985), muss man sich im Umkehrschluss fragen, ob somit ein besseres Nahrungsangebot für einen höheren Erfolg bei der Brut und Aufzucht sorgen könnte. Grundsätzlich scheint dies ein nachvollziehbares Argument zu sein. Aktuelle Untersuchungen haben jedoch ergeben, dass die Anzahl der Jungtauben pro Jahr beispielsweise in NRW nur bei 25 bis 35 Prozent aller gezählten Ringeltauben pro

Jahr liegt (SPITTLER, 2000; SPITTLER, 2001). Somit kann eine Zunahme in der Aufzucht nicht der entscheidende Grund für die Vermehrung sein.

Da die Zuwachsrate theoretisch wesentlich höher liegen könnte, muss also davon ausgegangen werden, dass in Deutschland die Prädationsdichte sehr hoch sein muss. Da dennoch ein Zuwachs an Ringeltauben zu verzeichnen ist, lässt dies nur den Schluss zu, dass sie sich in anderen Siedlungsgebieten stärker vermehren und somit die hohen Jahresstrecken durch zugewanderte Ringeltauben zu Stande kommen. Diese These kann gestützt werden durch die schon zuvor genannte Tatsache, dass die Siedlungsdichte der Ringeltaube durch das Nahrungsangebot bestimmt wird. In einem Gebiet wie dem Rheinland ist die Nahrungsdichte durch die Zunahme der Anbaufelder größer geworden. Es kommen dementsprechend mehr Ringeltauben aus anderen Gebieten hierher, womit sich der Zuwachs der Jahresstrecken trotz der hohen Prädationsdichte erklären würde.

## 2.3 Zur Anatomie der Ringeltaube

Die Anatomie des Flügels ist bei vielen Vogelarten, insbesondere beim Nutzgeflügel, weitgehend bekannt. Die Ringeltaube wird im vorhandenen Schrifttum nahezu nicht berücksichtigt. Hingegen sind einige anatomische Publikationen über die Haustaube (*Columba livia domestica*) zu finden.

FÜRBRINGER (1902) nimmt ausführliche vergleichende Untersuchungen über die Anatomie des Brustschulterapparates bei Vögeln vor. In seinen Untersuchungen wird auch der Haustaube ein besonderes Augenmerk zuteil. HAFFERL (1933) vergleicht das arterielle Gefäßsystem von Vögeln unter anderem am Beispiel der Haustaube mit anderen Spezies. ELLENBERGER und VAN GELDEREN (1936) untersuchen das venöse Gefäßsystem bei Vögeln, wobei die Haustaube im Vordergrund steht. BHADURI und BISWAS (1957) befassen sich eingehend mit dem arteriellen Gefäßverlauf der Haustaube. YASUDA (1960) befaßt sich vorwiegend mit der Nervenversorgung im Bereich des Flügels, unter anderem vergleicht er mehrere Vogelarten untereinander. Die Studie „Avian Myology“ (GEORGE und BERGER, 1966) hat vornehmlich die Muskulatur der Vögel zum Inhalt. Neben detaillierten Muskulaturbeschreibungen, die im Einzelfall die Haustaube (*Columba livia domestica*) als Beispiel anführen, wird die Physiologie der Muskeln abgehandelt, hier besonders der Pektoralismuskulatur. Dem Ursprung und Ansatz der Muskeln der

Schultergliedmaße der Haustaube widmen sich NAGAMURA et al. (1974) und stellen einen Vergleich der verschiedenen Nomenklaturen an.

Im Lehrbuch „Anatomie der Vögel“ (VOLLMERHAUS et al., 1992) steht das Nutzgeflügel im Vordergrund. Lediglich bei Abweichungen wird vergleichend die Haustaube (*Columba livia domestica*) angeführt. Ein Standardwerk der Vogelanatomie ist das „Handbook of Avian Anatomy“ (BAUMEL et al., 1993). Es wird eine einheitliche Liste aller Termini technici der Vogelanatomie erstellt. Diese Liste richtet sich nach der traditionellen Anwendung der Termini in der anatomischen Fachsprache, nach deren Übereinstimmung mit den entsprechenden Termini bei Säugetieren und nach der Zuordnung von Muskeln, Gefäßen und Nerven zu einem zugehörigen Organkomplex oder nach deren Funktionen. Nach dieser Vereinheitlichung der Termini technici werden auch in dieser Arbeit die anatomischen Benennungen erfolgen. Darüber hinaus werden Arterien, Venen und Nerven am Beispiel der Haustaube beschrieben.

Weiterhin orientiert sich das Buch „Anatomie und Physiologie der Vögel“ (HUMMEL, 2000) vorrangig am Beispiel der Haustaube (*Columba livia domestica*). Knochen, Muskeln, Gefäße und Organsysteme werden unter anderem anhand der Haustaube dargestellt.

Über die **topographische Anatomie** hingegen werden weder bei Ringel- noch bei Haustauben in der auffindbaren und sprachlich zugängigen Literatur ergiebige Quellen gefunden. Derartige Untersuchungen über die Anordnung von Muskeln, Blutgefäßen und Nerven und ihre Lage zueinander sind beim Habicht im Bereich der Hintergliedmaße von WENDT (2000), bei Psittaziden von KRAFCZYK (2001) und beim Mäusebussard von RINCK (2002) vorgenommen worden. Über die topographische Anatomie des Flügels liegen lediglich Arbeiten von HÖRTER-SCHMIDT (1999) und von HUMMEL et al. (2000) für Psittaziden vor.

## 2.4 Krankheiten und Verletzungen des Flügels

Grundsätzlich kann man sagen, dass jede Allgemeinerkrankung der Taube sich auf die Missbildung von Knochen, Haut oder Federn, im weiteren Sinne also auf den Flügel auswirken kann. Im Nachfolgenden werden daher die auffälligsten Erkrankungen der Haustaube genannt, die sich hauptsächlich im Bereich der

vorderen Gliedmaße manifestieren. Sie werden unterteilt in infektiöse und nicht infektiöse Ursachen.

#### 2.4.1 Nicht infektiöse Ursachen

Zu mechanisch bedingten **Haut- und Federschäden** kommt es bei gebrauchsbedingter Abnutzung, aber auch durch Verletzungen; hier sind es häufig Schussverletzungen, Rankkämpfe der Artgenossen untereinander oder mit Feinden sowie mangelbehaftete Formen der Haltung in menschlicher Obhut. Dabei kann es auch zu mehr oder weniger großen Beeinträchtigungen der Muskeln, Sehnen, Nerven oder Blutgefäße kommen. Generell wird unterschieden zwischen gedeckten und offenen Verletzungen. Bei offenen Verletzungen besteht immer die Gefahr des Eindringens von Schmutz und Infektionskeimen. Gedeckte Verletzungen können zu Luxationen oder Distorsionen des Schulter-, Ellbogen- oder des Handwurzelgelenkes führen (COLES, 1997).

**Befiederungsstörungen** können auch iatrogene Ursachen haben. Bei Verabreichung von Fenbendazol während der Mauser können verzögerte Wachstumsraten, ungleich langes Federwachstum und andere Federschäden entstehen. Äußerliche Kortisonanwendungen können Federausfall und Austrocknung der Haut bedingen (KRAUTWALD-JUNGHANNS, 2003).

Eine weitere, besondere Art der Verletzung sind **Frakturen** der Knochen der vorderen Extremität. Hier sind vor allem Humerus, Radius, Ulna und Karpometakarpus zu nennen (SCHUSTER, 1996). Frakturen kommen häufig während der Mauser vor. Die in dieser Zeit stattfindenden Umbauvorgänge in den Knochen rufen eine Neigung zu Brüchen hervor (VOGEL et al., 1983; HATT, 2003). Diese Frakturen entstehen häufig durch Kämpfe der Tauben untereinander, Gegenfliegen, Hängen bleiben in Käfigen, Bäumen oder ähnlichem, Schussverletzungen, falsches Handling oder fehlerhafte Haltung (KALETA und KRAUTWALD-JUNGHANNS, 2003).

**Verbrennungen, Verätzungen und Erfrierungen** werden durch thermische, chemische oder elektrische Einflüsse verursacht. Erfrierungen treten häufig in harten Wintern auf (KRAUTWALD-JUNGHANNS, 2003).

Zu **Deformationen** der Knochen kann es durch ernährungsbedingte Mängel kommen, während **Missbildungen** stets eine genetische Ursache haben. Kalzium (Ca) befindet sich vorwiegend im Knochengewebe und wird zudem auch für die Eibildung benötigt. Mangelsituation treten besonders während der Eiablage und während des Wachstums auf. Folgen können Rachitis oder Osteomalazie sein (VOGEL et al., 1983).

Phosphor (P) ist im Knochengewebe organisch gebunden, ca. 80 % des gesamten Phosphates sind im Skelett enthalten. Zwischen Kalzium und Phosphat bestehen enge Wechselwirkungen. Das Idealverhältnis beträgt Kalzium zu Phosphor wie 2:1. Bei nicht ausgewogenem Verhältnis wirkt Vitamin D<sub>3</sub> ausgleichend. Durch länger bestehende Dysbalancen kann Rachitis, Osteomalazie, oder mangelhafte Knochenbildung zustande kommen (VOGEL et al., 1983).

#### 2.4.2 Infektiöse Ursachen

Viele **Ektoparasiten** können Schäden im Bereich des Flügels verursachen. Dazu gehören Federlinge (Mallophagida), sie sind sehr wirtsspezifisch. Der bei der Haustaube am weitesten verbreitete Federling ist *Columbicola columbae columbae* (EICHLER, 1974), wobei unbekannt ist, ob diese Federling-Spezies auch bei der Ringeltaube vorkommt. Bei gesunden Tieren gibt es kaum einen Befall mit Mallophagen, wobei kaum eine Schadwirkung erkennbar ist. Hingegen können geschwächte und kranke Tauben stark befallen sein und starke Gefiederschäden aufweisen (VOGEL et al., 1983).

Federmilben (Analgoidea) gelten bei gesunden Tieren als Lästlinge und treten meist in geringem Maße auf. Sie können bei geschwächten Tieren in Massen auftreten und durch ihre Ernährung (Lymphe der Federpapillen) Schädigungen der Schwung- und Steuerfedern hervorrufen (VOGEL et al., 1983). Sekundär ist auch der Übergang in eine Dermatitis möglich (KUMMERFELD, 2003<sup>a</sup>).

Die bedeutendsten, auch bei Ringeltauben vorkommenden Ektoparasiten sind die Taubenzecke (*Argas reflexus*) und die Rote Vogelmilbe (*Dermanyssus gallinae*). Besonders werden Nestlinge und Jungtauben befallen, was bis zur Anämie mit Todesfolge führen kann (HAAG-WACKERNAGEL, 2006).

**Endoparasiten** wie Trichomonaden gelten als bedeutende Krankheitserreger bei Tauben. *Trichomonas gallinae* verursacht den sogenannten gelben Knopf. Der Erreger lebt saprophytisch im oberen Verdauungstrakt und tritt in mannigfaltigen Stämmen auf, die von Avirulenz bis hin zu hoher Virulenz reichen (HÖFLE et al., 2004). Tauben mit Trichomonadenbefall zeigen Atemnot, Anorexie, Regurgitation und Kropfblähung. Jungvögel leiden häufig an Apathie und Abmagerung (LÜTHGEN, 1994; GYLSTORFF und GRIMM, 1998; KUMMERFELD, 2003<sup>a</sup>).

Neben Trichomonaden stellen Kokzidien die häufigsten Protozoen bei Tauben dar. Sie verursachen meist latente bis subklinische Infektionen bei Jungtieren und geschwächten Adulten. Darüber hinaus kommt es auch zu manifesten Infektionen, die als Entzündungen der Darmepithelschleimhaut auftreten (VOGEL et al., 1983; SCHRAG et al., 1990; LÜTHGEN, 1994; KUMMERFELD, 2003<sup>a</sup>). Als häufigste Erreger bei Tauben beschreiben VOGEL et al. (1983) *Eimeria laena* und *Eimeria columbarum*. Als mitunter bedeutende Endoparasiten wurden bisher bei Ringeltauben der Spulwurm *Ascaridia columbae*, ein Taubenhaarwurm (*Capillaria* spp.) und eher selten Bandwürmer nicht bestimmter Spezies nachgewiesen (KUMMERFELD, 2003<sup>a</sup>).

**Gram-positive Bakterien.** *Staphylococcus aureus* kommt sowohl im als auch auf dem gesunden Taubenkörper vor und ist in der Umwelt weit verbreitet (VOGEL et al., 1983). *Staphylococcus aureus* fungiert sowohl als Primärpathogen als auch in vorgeschädigten Geweben als Sekundärerreger (SCOPE, 2003). Das weite Spektrum an verursachten Erkrankungen reicht von hoher Embryomortalität, Omphalitis, Septikämie, Polyarthrit, Otitis, Osteomyelitis, Tenosynovitis, Zehenballengeschwulst bis zu genereller Dermatitis (GYLSTORFF und GRIMM, 1998). Darüber hinaus kann *Staphylococcus aureus* Knochendeformationen bei Manifestierung in deren Wachstumszonen verursachen (VOGEL et al., 1983; LÜTHGEN, 1994).

*Streptococcus bovis* gehört zur autochthonen Flora der Taube, ebenso kommt er in der Umwelt vor. Wie *Staphylococcus aureus* fungiert *Streptococcus bovis* sowohl als Primär- als auch Sekundärerreger (LÜTHGEN, 1994). Sein Krankheitsspektrum reicht von Omphalitis, Septikämie, Arthritis bis hin zu Verläufen mit Atemnot, seromuköser Rhinitis, Salpingitis und Peritonitis (GYLSTORFF und GRIMM, 1998).

Als Ursache für chronische Lahmheiten und Arthritiden wird *Streptococcus bovis* häufig bei Tauben beschrieben (SCOPE, 2003).

**Gram-negative Bakterien.** Salmonellen gelten bei Tauben zu den bedeutendsten Krankheitserregern (SCOPE, 2003). Besonders *Salmonella typhimurium* var. *Copenhagen* gilt es hervorzuheben. Der Anteil von *Salmonella typhimurium* var. *Copenhagen* bei nachgewiesener Salmonellose betrug laut VOGEL et al. (1983) über 95 %. VOGEL et al. (1983) beschreiben weiterhin, dass bei sechs bis zwölf Prozent aller Haustaubenbestände dieser Subtypus nachgewiesen werden konnte. Erste Symptome bei Tauben sind Mauserstörungen und Flugunwilligkeit (GYLSTORFF und GRIMM, 1998). Weitere Symptome sind Augenveränderungen, Durchfall und zentralnervöse Beeinträchtigungen. Eitrige Polyarthritiden und chronische Synovitiden werden häufig im Flügelbereich bei Salmonellosen angetroffen (KEYMER, 1977; SCHRAG et al., 1990; LÜTHGEN, 1994; GYLSTORFF und GRIMM, 1998).

*Pasteurella multocida* wird häufig bei Bisswunden, die von Hunden oder Katzen den Tauben zugefügt wurden, isoliert (VOGEL et al., 1983). Der Erreger führt zu lokalen Entzündungen. Nach dem Übergang in die Blutbahn endet eine Septikämie nach durchschnittlich 12 bis 48 Stunden tödlich (SCOPE, 2003).

**Mykosen** sind bei allen Taubenspezies generell selten. Bei älteren Tauben verläuft die Aspergillose meist chronisch, wogegen geschwächte Jungtiere eher akut erkranken. Die Aspergillose befällt bei Tauben besonders Lunge, Luftsack und Leber (GYLSTORFF und GRIMM, 1998), wobei dort sichtbare Schimmelpilzrasen auftreten können (LÜTHGEN, 1994). Neben Entzündungsherden komplizieren Aflatoxine, die von Aspergillusarten produziert werden, den Krankheitsverlauf im Sinne einer Mykotoxikose (VOGEL et al., 1983).

Nach Knochenbrüchen können im Wundbereich Komplikationen durch Besiedlung mit verschiedenen Arten der Gattung *Aspergillus* entstehen. Dies erklärt sich dadurch, dass der Humerus bei adulten Tauben pneumatisiert und mit dem Klavikularluftsack verbunden ist. Bei offenen Brüchen können neben anderen Erregern auch Aspergillusarten, besonders *Aspergillus fumigatus* (VOGEL et al. 1983), über den Atmungstrakt in den Frakturbereich gelangen.



## 2.5 Herstellung von Gefäßausgüssen durch Korrosionspräparate der großen Blutgefäße

Unter einem *Korrosionspräparat* versteht man in der anatomischen Forschung ein Objekt, dessen Hohlraumsystem mit einer korrosionsbeständigen, mehr oder weniger erstarrenden Masse gefüllt wird und dessen organisches Gewebe nach erfolgter Injektion und Aushärtung der Injektionsmasse in einem Korrosionsmedium entfernt wird (CORDES, 1989; ROMEIS, 1989).

In den Anfängen haben niederländische Anatomen, unter ihnen der Amsterdamer Professor für Anatomie und Botanik Friedrich Ruysch (1638 – 1731), mit schmelzbaren Harz- und Wachsmassen gearbeitet (VOLLMERHAUS, 2002). Die *Korrosionsmethode* wurde von BIDLOO und COWPER (um 1700) begründet und nach HYRTL (1873) allgemein bekannt (Übersicht bei STEINMANN, 1971). Als Korrosionsmassen werden die unterschiedlichsten Materialien verwendet, in jüngerer Zeit hauptsächlich polymerisierende Kunststoffe (HODDE und NOWELL, 1980; CORDES, 1981). Diese eignen sich auch für die Darstellung feinsten Hohlraumsysteme und sind besonders korrosionsbeständig.

Für die topographische Darstellung der Blutgefäße an den vorderen oder hinteren Extremitäten (HÖRTER-SCHMIDT, 1999; WENDT, 2000; KRAFCZYK, 2001; RINCK, 2002) bei Vögeln wurde ausschließlich Plastoid der Firma Röhm GmbH angewandt, das von SCHUMMER (1936), seiner Modifizierung (SCHUMMER, 1939; SCHUMMER, 1951) und nach weiterer Modifizierung durch NIZANKOWSKI und KEDZIA (1975) entwickelt wurde. Dieses Produkt ist auf dem Markt nicht mehr verfügbar (VOLLMERHAUS, 2002). Es wurden in dieser Arbeit mit Technovit® 7143 und Mercor® zwei Kunststoffe benutzt, die ebenfalls auf Methylmethacrylat basieren. Bislang wurden diese noch nicht für Gefäßdarstellung an Gliedmaßen von Vögeln gebraucht, somit standen noch keine Erfahrungswerte für diesen Zweck zur Verfügung.

### **3 Material und Methoden**

#### **3.1 Herkunft des Materials**

Zur Untersuchung standen 23 Ringeltauben unterschiedlichen Alters und beiderlei Geschlechts zur Verfügung. Die Vögel wurden bei der Jagdausübung erlegt und vom Jagdbeauftragten zu wissenschaftlichen Untersuchungen überlassen. 10 Tiere waren im frischtoten, die restlichen 13 im tiefgefrorenen Zustand.

Die Tiere wurden als 12 weibliche und 11 männliche identifiziert. Die Geschlechtsdifferenzierung erfolgte bei der Sektion über die Bestimmung der Gonaden. Von den 23 Ringeltauben waren 10 Jungtauben, noch nicht geschlechtsreife Jungtiere, die unter 12 Monate alt sind. Die Altersschätzung erfolgte über den braunen Randsaum an den Federn der Handschwingendeckfedern (NIETHAMMER, 1970). Bei Jungtauben zeigt sich ein brauner Randsaum an den Handschwingendeckfedern (BETTMANN, 1970).

Da die Tauben im Zuge der Jagdausübung erlegt wurden, wies ein großer Anteil Schussverletzungen, oft im Bereich des Flügels und im Brustbereich auf. Von den 46 vorhandenen Flügeln mussten daher 14 aussortiert werden, somit wurden 32 Flügel untersucht. Darüber hinaus wurden makroskopisch keine andersartigen pathologischen Veränderungen festgestellt. Die Untersuchungen wurden im Zeitraum vom November 2002 bis Februar 2003 vorgenommen.

#### **3.2 Methoden**

##### **3.2.1 Anfertigung der Knochenpräparate**

Nach Entfernung der Federn, äußerer Haut, Muskeln und Bindegewebe werden die Präparate für 12 Stunden in 20%ige Kalilauge bei 40 °C verbracht, gewaschen und wiederum für mindestens 12 Stunden bei 40 °C getrocknet und ausgehärtet.

Die Präparate werden anschließend mittels Schublehre vermessen. Ihre Längen und Durchmesser werden dokumentiert. Im Nachfolgenden gibt es eine Übersicht über die genauen Lokalisationen der Messungen:

Tab. 1 Übersicht der Meßpunkte zur Ermittlung der Länge und des Durchmessers der Knochen der Schultergliedmaße. Der Meßpunkt zur Ermittlung des Durchmessers ist in die jeweiligen Abbildungen der Knochen eingefügt.

<b>Knochen</b>	<b>Meßpunkte der Länge</b>	<b>Meßpunkt des Durchmessers</b>
Humerus	vom Caput humeri bis zum Condylus ventralis	in der Mitte des Knochen
Ulna	vom Olecranon bis zur Trochlea carpalis	in der Mitte des Knochen
Radius	vom Caput radii bis zur Extremitas distalis radii	in der Mitte des Knochen
Carpometacarpus	von der Trochlea carpalis bis zur Facies articularis digitalis minor	in der Mitte des Knochen, Messung des Os metacarpale majus und Os metacarpale minus
Phalanx digiti minoris	von der Facies articularis bis zur Spitze des Knochen	keine Messung
Phalanx proximalis digiti majoris	von der Facies articularis metacarpalis bis zur Facies articularis phalangealis	in der Mitte des Knochen
Phalanx distalis digiti majoris	von der Facies articularis metacarpalis bis zur Spitze des Knochens	keine Messung

### 3.2.2 Anfertigung der Muskel- und Nervenpräparate

Die Muskel- und Nervenpräparate werden sowohl von tiefgefrorenen als auch von frischen Tieren angefertigt. Bei den schonend aufgetauten Tieren kann kein qualitativer Unterschied zu frischen Tieren festgestellt werden. Elastizität und Farbe sind nahezu identisch. Die einzelnen Gewebeanteile lassen sich bei den schonend aufgetauten Präparaten leichter von einander lösen. Bei der Präparation der Muskeln werden Federn, Haut, Bindegewebe und teilweise auch Gefäße entfernt. Zur Darstellung der tieferen Muskelschichten müssen Muskeln durchtrennt oder von ihrem Ansatz oder Ursprung entfernt werden.

Bei den Nervenpräparaten müssen ebenfalls Federn, Haut, Bindegewebe, Gefäße und auch Muskeln, bzw. Teile der Muskeln entfernt oder durchtrennt werden. Nach der Anfertigung der Präparate werden sie in Klotz'scher Lösung fixiert. Diese besteht aus: 900 ml Wasser, 0,5 g Natriumchlorid, 0,9 g Natriumhydrogencarbonat, 1,0 g Chloralhydrat, 1,1 g Natriumsulfat und 100 ml Formalin 37%.

Die Präparate bewahren durch die Klotz'sche Lösung beschränkt ihre Beweglichkeit. Nach wenigen Tagen verblasst die Muskelfarbe von einem rosarot zu einer graurosa Färbung. Durch regelmäßigen Wechsel der Klotz'schen Lösung können die Muskelpräparate über viele Monate haltbar gemacht werden.

### **3.2.3 Anfertigung der Gefäßausgüsse**

Die Vorperfusion und auch die Injektion der verschiedenen Kunststoffe erfolgt über 2 ml und 5 ml Einwegspritzen per Hand. Die Gefäßausgüsse werden mit zweierlei Kunststoffen hergestellt. Technovit® 7143 auf Methylmethacrylatbasis besteht aus einer flüssigen und einer pulverartigen Komponente, die kurz vor der Injektion vermischt werden. Das Mengenverhältnis der beiden Komponenten ist laut Hersteller fest zu flüssig 2:1. Bei diesem Verhältnis gibt es allerdings Probleme bei der Injektion des Gemisches in die Gefäße. Die Mischung härtet oft schon in der Kanüle oder wenige Zentimeter nach der Injektionsstelle aus. Nach einigen Injektionsanwendungen wird das Verhältnis für unsere Zwecke auf fest zu flüssig 1,7:1 adaptiert.

Mercox® besteht aus zwei Komponenten. Eine Komponente ist ein modifiziertes Acrylharz, welches zäh und klebstoffartig ist. Die andere Komponente ist ein Katalysator, dieser ist flüssig. Um ein Ausgussmedium von ca. 5 ml zu erhalten, werden 5 ml flüssige Basis und 0,25 g Paste mit einem Glasstab unter einem Gasabzug vermischt.

Zur Injizierung der Gefäße werden den Tauben die Schwungfedern entfernt. Die Innenseite der Flügel wird bis auf die Haut schonend von Federn befreit. Nach Eröffnung des Thorax wird die Herzspitze entfernt und mit einer gebogenen Knopfkanüle von 1,0 mm Durchmesser über die linke Herzkammer der Zugang zur Aorta und über den Aortenbogen zur Flügelarterie gesucht. Nachdem der Zugang gelegt ist, wird das Ende der Kanüle mit einem Baumwollfaden abgebunden. Die Flügelarterie wird, bevor der Kunststoff injiziert wird, mit Luft vorperfusiert. Mit der mit Aceton gereinigten Knopfkanüle wird dann der jeweilige Kunststoff per Hand in das

Gefäß injiziert. Je nach Druck und Fließgeschwindigkeit dauert die Injektion 2 bis 15 Minuten.

Technovit® 7143 härtet, je nach Mischungsverhältnis, 5 bis 7 Minuten nach Injektion aus, bei Mercor® dauert es bis zu 20 Minuten. Die Flügel werden dann über Nacht zum Aushärten in ein warmes Wasserbad im Brutschrank bei 40 °C gelegt. Anschließend werden die Präparate für 12 Stunden in 20 prozentige Kalilauge bei 40 °C verbracht, gewaschen und wiederum für mindestens 12 Stunden bei 40 °C getrocknet und ausgehärtet.

### **3.2.4 Dokumentation**

Die Präparate werden mit einer Digitalkamera der Marke Olympus C-990 Zoom mit einer maximalen Auflösung von 2,1 Millionen Pixel und der Option der Verwendung der 3-fach optischen und 2,5-fach digitalen Zooms fotografiert.

Die Aufnahmen werden ausschließlich im Makromodus genommen, das entspricht einer Auflösung von 1600 x 1200 Pixel. Der optische Zoom wird je nach Bedarf angewandt. Als künstliche Lichtquelle wird ein 1000 Watt Neonlichtstrahler verwendet. Zusätzlich wird der kameraeigene Blitz gebraucht.

Für die Aufnahmen wird die Kamera auf ein festes Stativ geschraubt. Bei einem Mindestabstand von 30 cm können die Aufnahmen direkt auf dem Kameramonitor geprüft werden. Mit einem 8 MB großem Speicherchip können die Fotodateien auf einen PC übertragen werden. Am PC werden die Fotos mit Hilfe der Programme ACDSsee 5.0 und Adobe Photoshop 7.0 beschriftet und nachbearbeitet.

**Verwendete Abkürzungen**

A.	Arteria
Aa.	Arteriae
Abb.	Abbildung
cm	Zentimeter
M.	Musculus
Mm.	Musculi
N.	Nervus
Nn.	Nervi
Tab.	Tabelle
V.	Vena
Vv.	Venae

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Knochen des Flügels, Ossa alae

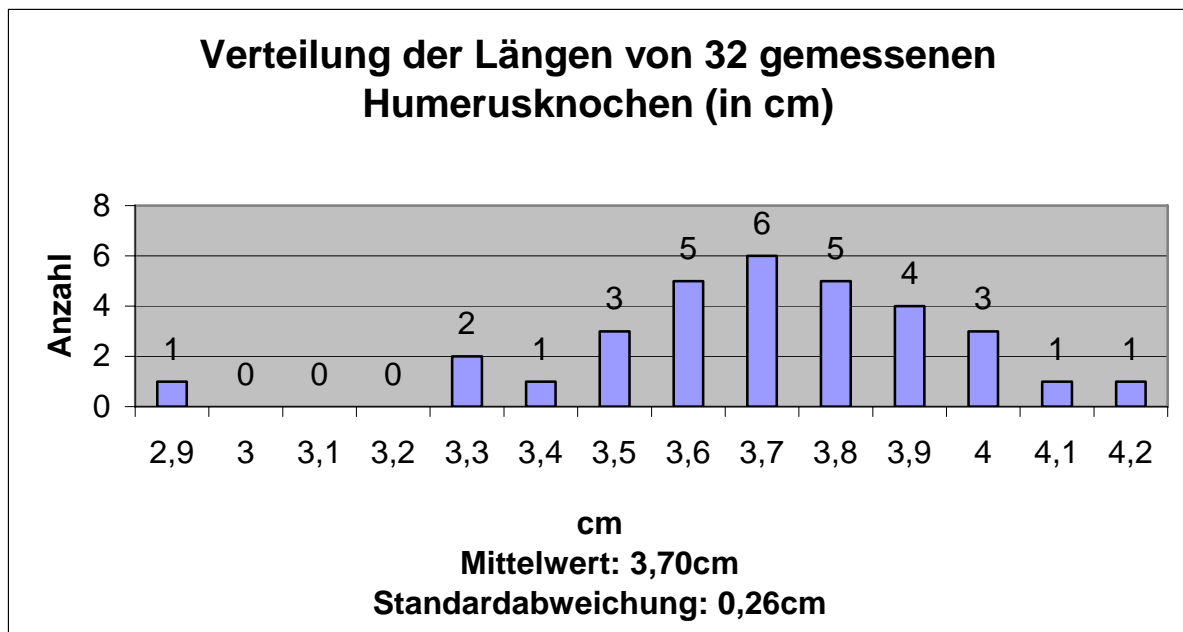
Bei der Beschreibung der Knochen des Flügels werden die Termini technici der Nomina Anatomica Avium (BAUMEL und WITMER, 1993) verwendet.

#### 4.1.1 Oberarmbein, Humerus

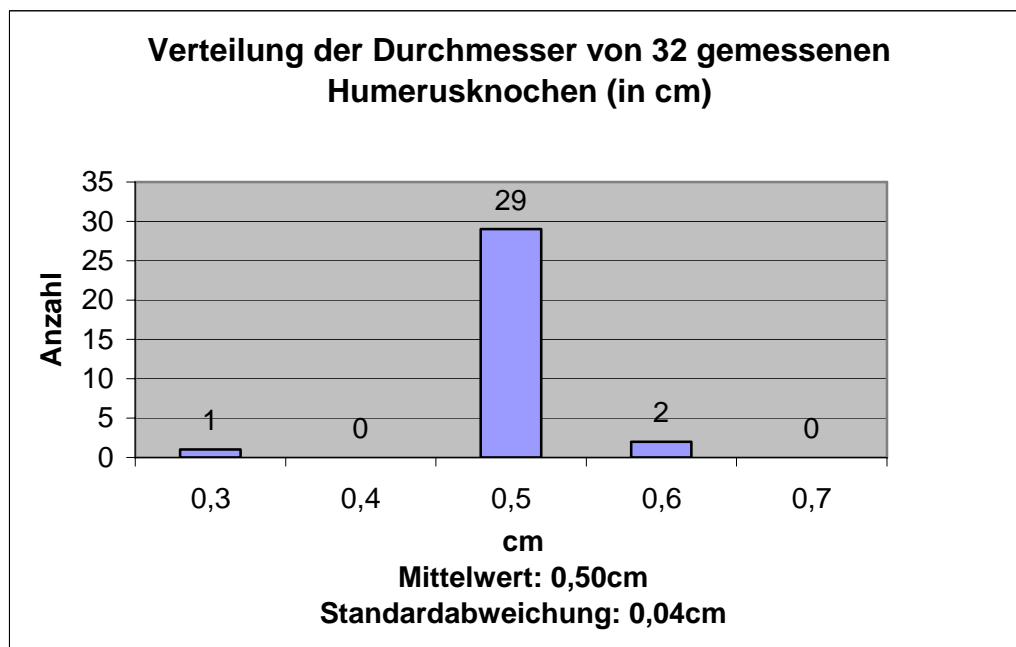
Der Humerus (Abb. 1;2) der Ringeltaube, ein pneumatisierter Röhrenknochen, ist durchschnittlich 3,7 cm lang (Graphik 1) und 0,5 cm breit (Graphik 2). Alle untersuchten Humerusknochen waren pneumatisiert. An seinem proximalen Ende, der *Extremitas proximalis*, imponiert das ellipsoid geformte *Caput humeri* (Abb. 1;2/1), welches leicht nach kaudal abgebogen ist. Zudem ist das proximale Ende durch zwei Tuberkula stark verdickt. Durch die *Incisura capitis humeri* (Abb. 1/14) vom *Caput humeri* getrennt liegt das stärkere *Tuberculum ventrale* (Abb. 1/6), welches in die gratförmige *Crista bicipitalis* (Abb. 1;2/10) ausläuft. Das *Tuberculum dorsale* (Abb. 2/19) geht in die *Crista pectoralis* (Abb. 1/9) über. Auf der Kaudalseite hat das *Tuberculum dorsale* eine zweigeteilte grubige Vertiefung: die *Fossa pneumotricipitalis* (Abb. 1/7) mit dem Zugang zum *Foramen pneumaticum* (Abb. 1/8). Einen zusätzlichen Ansatz für die Sehne des M. supracoracoideus bildet die *Crista supracoracoidea* (Abb. 2/18) auf der Kranialfläche des Humerus. Sie liegt etwas proximal des *Sulcus transversus* (Abb. 2/17), der sich auf dem *Planum intertuberculare* (Abb. 2/16) befindet. Diese ebene Fläche liegt zwischen dem dorsalen und ventralen Tuberkulum. An ihr entspringt die Pars humeralis des M. biceps brachii. Etwas weiter distal schließt sich die *Impressio m. pectoralis* (Abb. 2/15) an.

Der schlanke *Corpus humeri* (Abb. 1;2/5), der begrenzt wird vom *Margo dorsalis* (Abb. 1;2/11) und *Margo ventralis* (Abb. 1;2/12), geht in die *Extremitas distalis* (Abb. 1;2/20) über. Hier befindet sich die Walze, die die Gelenkflächen zum Radius und zur Ulna bildet, mit dem *Condylus ventralis* (Abb. 1;2/2) und dem *Condylus dorsalis* (Abb. 1;2/3), welche durch die *Incisura intercondylaris* (Abb. 1;2/13) getrennt sind. Der *Condylus dorsalis* artikuliert mit dem Radius und der Ulna, der ventrale mit der

Ulna. Proximal dieser Gelenkwalze am dorsalen Rand des Humerus liegt der *Epicondylus dorsalis* (Abb. 1;2/4).

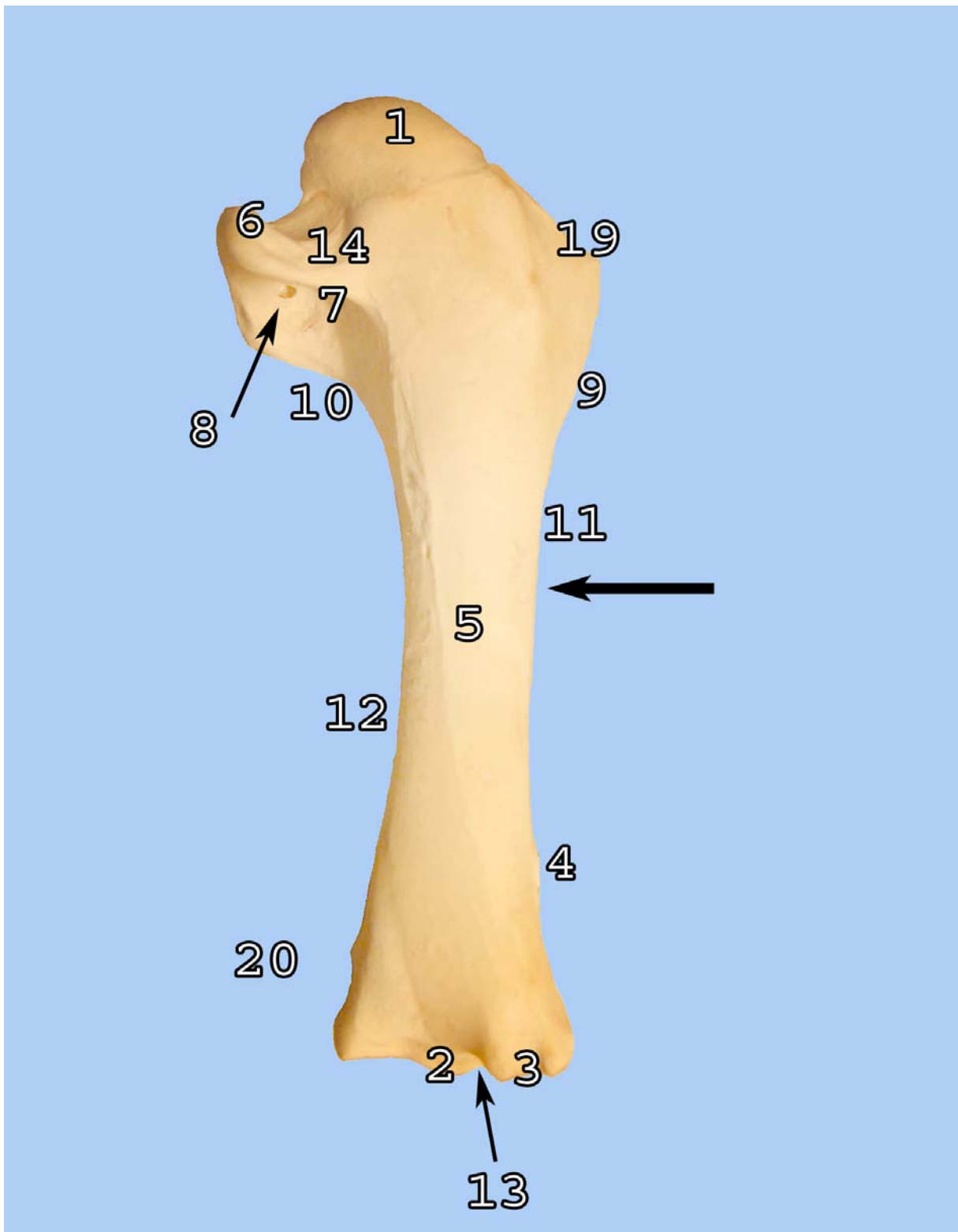


Graphik 1



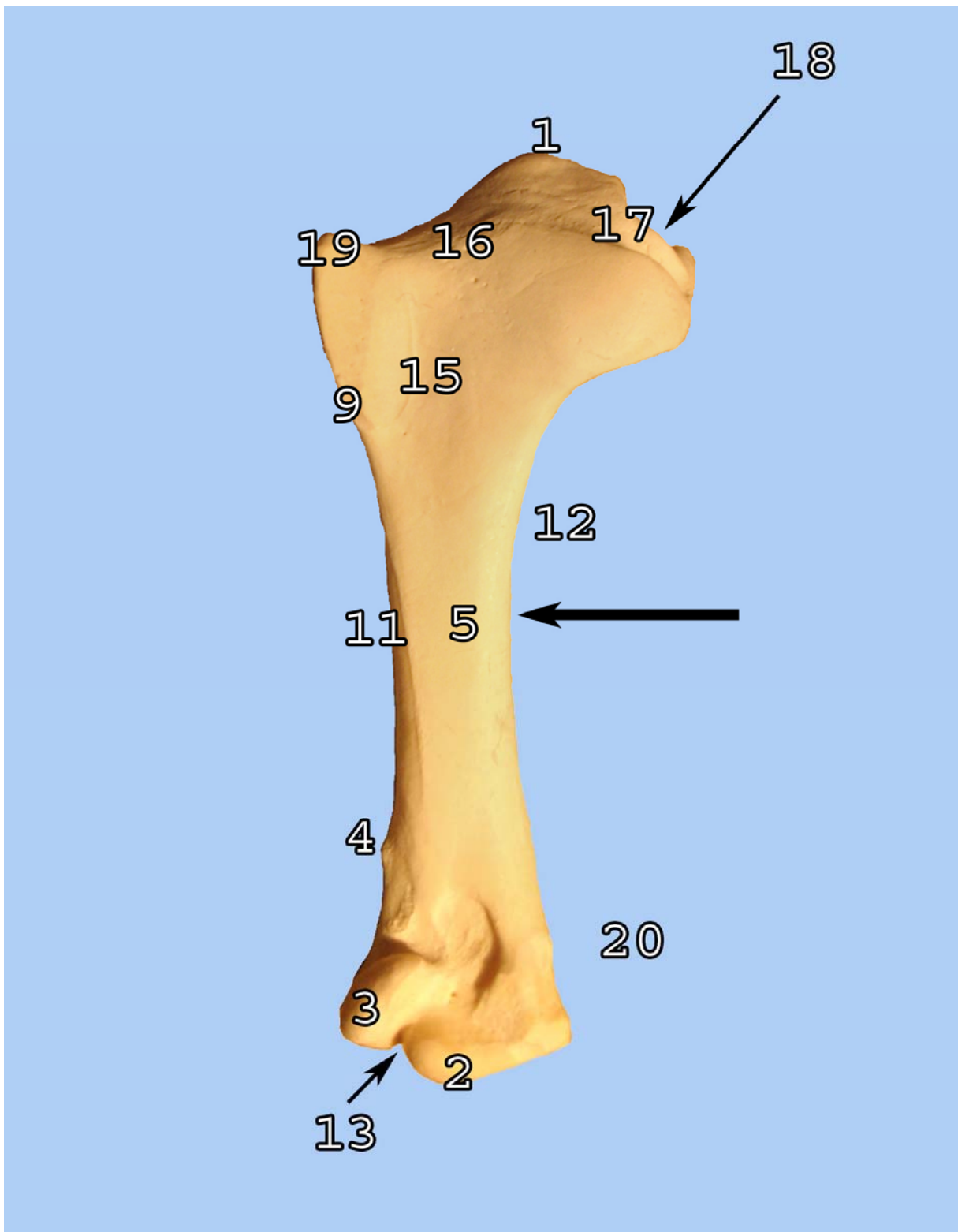
Graphik 2





**Abbildung 1:** rechter Humerus, Kaudalansicht. Der waagerechte Pfeil zeigt den Meßpunkt zur Ermittlung des Durchmessers an.

1 Extremitas proximalis mit Caput humeri; 2 Condylus ventralis; 3 Condylus dorsalis; 4 Epicondylus dorsalis; 5 Corpus humeri; 6 Tuberculum ventrale; 7 Fossa pneumotricipitalis; 8 Foramen pneumaticum; 9 Crista pectoralis; 10 Crista bicipitalis; 11 Margo dorsalis; 12 Margo ventralis; 13 Incisura intercondylaris; 14 Incisura capitis humeri; 19 Tuberculum dorsale; 20 Extremitas distalis



**Abbildung 2:** rechter Humerus, Kranialansicht. Der waagerechte Pfeil zeigt den Meßpunkt zur Ermittlung des Durchmessers an.

1 Extremitas proximalis mit Caput humeri ; 2 Condylus ventralis ; 3 Condylus dorsalis ; 4 Epicondylus dorsalis ; 5 Corpus humeri ; 9 Crista pectoralis ; 11 Margo dorsalis ; 12 Margo ventralis ; 13 Incisura intercondylaris ; 15 Impressio m. pectoralis ; 16 Planum intertuberculare ; 17 Sulcus transversus ; 18 Crista supracoracoidea ; 19 Tuberculum dorsale ; 20 Extremitas distalis

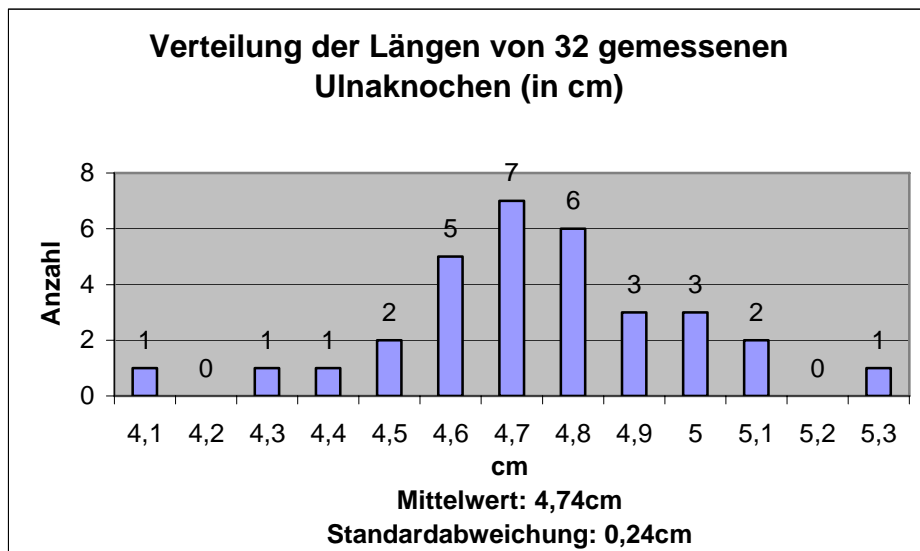
#### 4.1.2 Knochen des Unterarms, Ossa antebrachii

Die Unterarmknochen Ulna (Elle) und Radius (Speiche) liegen bei angelegtem Flügel parallel zueinander. Der unten liegende und kräftigere Knochen ist die Ulna, der obere und schwächere ist der Radius.

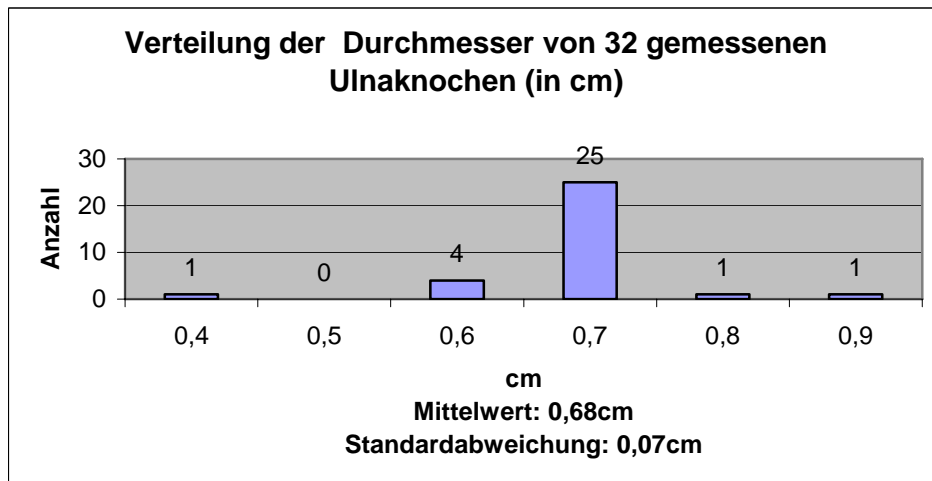
##### **Ulna (Elle) (Abb. 3;4)**

Die Ulna ist durchschnittlich 4,7 cm lang (Graphik 3) und weist einen Durchmesser von 0,7 cm (Graphik 4) auf. Sie ist leicht nach ventral gebogen. An ihrer *Extremitas proximalis* (Abb. 3;4/1) ist als höchste Erhebung das *Olecranon* (Abb. 3;4/1) zu erkennen. Es dient dem M. humerotriceps als Ansatz. Zudem sind zwei schüsselartige Gelenkflächen zur Artikulation mit dem Humerus, die *Cotyla dorsalis* (Abb. 3;4/4) und die *Cotyla ventralis* (Abb. 3/4) ausgebildet. Sie werden durch die *Crista intercotylaris* (Abb. 3;4/2) getrennt. Distal an die *Cotyla dorsalis* schließt sich die *Incisura radialis* (Abb. 3/7) an, eine kleine rauhe, fast dreieckige Fläche zur Artikulation mit dem Radius. Der nach ventral leicht gebogene *Corpus ulnae* (Abb. 3;4/10) weist auf seiner ventralen Seite abwechselnd Einkerbungen, *Impressiones remigales*, verursacht durch die Federfollikel der Armschwingen und kleine Erhabenheiten, *Papillae remigales ventrales* (Abb. 4/3) auf. Sie dienen als Ansätze für die Bänder der Papillen der sekundären Flugfedern.

Das distale Ende der Ulna, die *Extremitas distalis* (Abb. 3/6) ist zur Gelenkwalze, *Trochlea carpalis* (Abb. 4/11), verbreitert. Durch die ventrale Torsion des Ulnaschafts liegt der ventrale Kondylus, der *Condylus dorsalis ulnaris* (Abb. 3/8), etwas weiter kaudal als der dorsale Kondylus, der *Condylus ventralis ulnaris* (Abb. 3/9). Diese beiden Kondylen sind durch die *Incisura tuberculi carpalis* (Abb. 3/12) voneinander getrennt. Auf der dorsalen Seite der *Trochlea carpalis* weist sie die *Depressio radialis* (Abb. 3/6) auf. Diese Fläche ist in das distale radioulnare Gelenk mit eingebunden.



Graphik 3

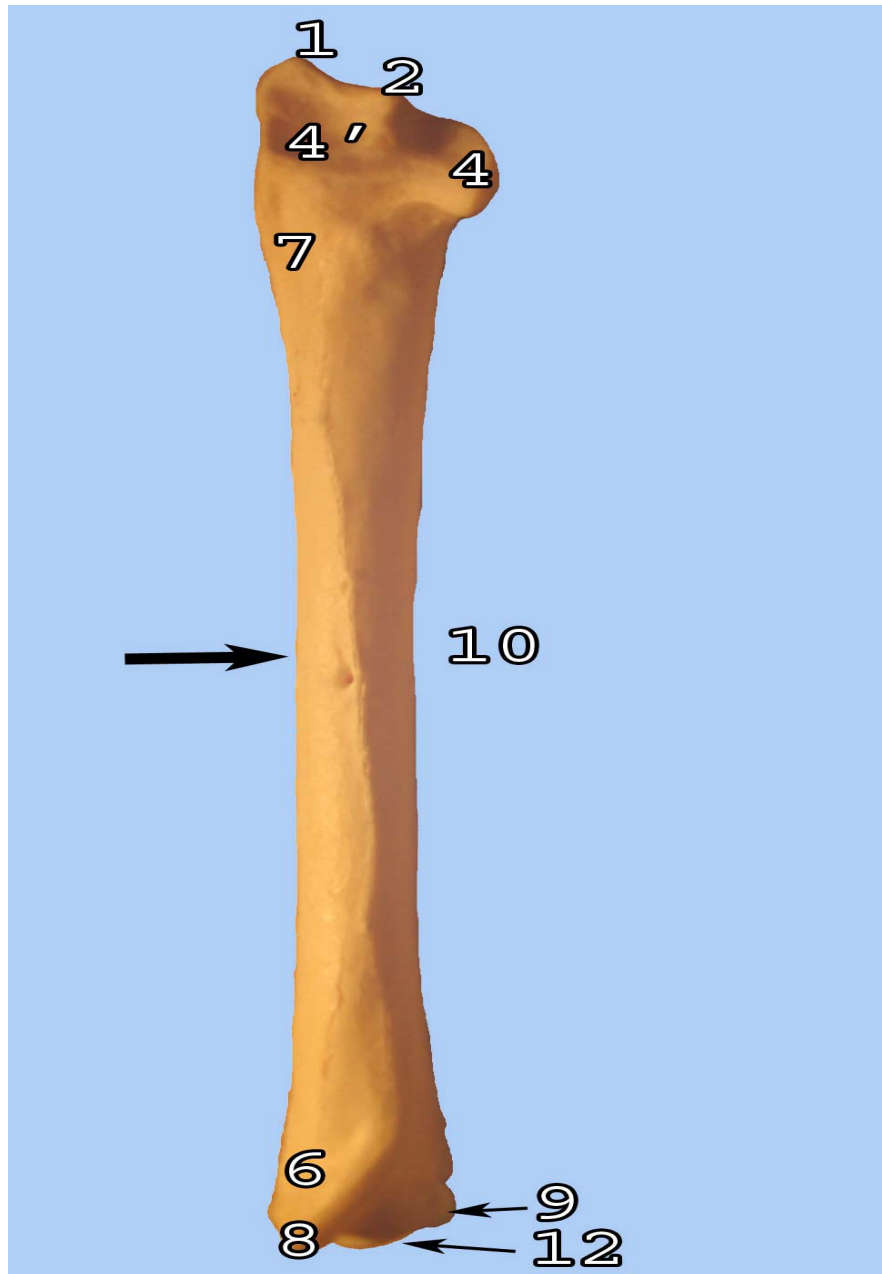


Graphik 4

### Radius (Speiche) (Abb. 5;6)

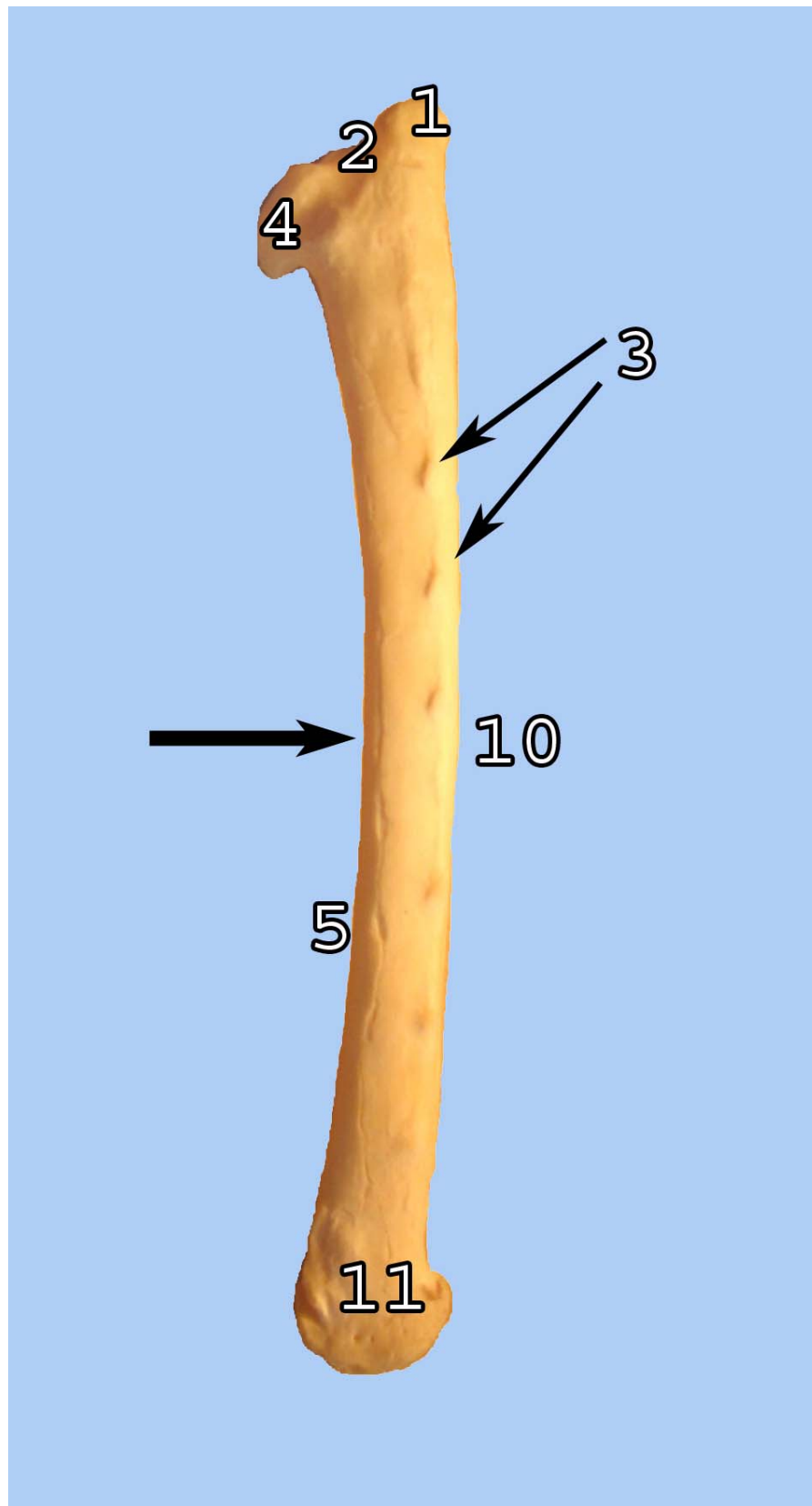
Der Radius ist ein schlanker, gerader Knochen. Er ist durchschnittlich 5,5 cm lang (Graphik 5) und hat einen Durchmesser von 0,4 cm (Graphik 6). Seine *Extremitas proximalis* (Abb. 5;6/1) ist zum *Caput radii* (Abb. 5;6/1) verdickt. Es bildet mit seiner Proximalfläche die Gelenkfläche zum Humerus, die *Cotyla humeralis* (Abb. 5/6). Auf der Seite ist die Gelenkfläche zur Ulna, die *Facies articularis ulnaris* (Abb. 6/7) angeschliffen. Nach ventral besteht das *Tuberculum bicipitale radii* (Abb. 5/2), hier setzt der M. biceps brachii an. Auf dem Radiuskörper sind in proximodistaler Ausrichtung Lineae intermusculares angedeutet. Der runde Radiuschaft, das *Corpus radii* (Abb. 5/3) verflacht nach distal. Die *Extremitas distalis radii* (Abb. 5;6/5) ist kaudodorsal abgeflacht. Auf der dorsalen Fläche befindet sich der *Sulcus tendinosus* (Abb. 6/8), auf dieser glatten Einkerbung verläuft die Sehne des M.

extensor metacarpi radialis. Auf der ventralen Seite befindet sich die *Depressio ligamentosa* (Abb. 5/4), sie nimmt das Ligamentum interosseum radioulnare distale auf. Die distale Gelenkfläche des Radius bildet die *Facies articularis radiocarpalis* (Abb. 6/9) zur Gelenkung mit dem Os carpi radiale. Dorsal an diese Gelenkfläche schließt sich die *Facies articularis ulnaris* (Abb. 6/7) zur Syndesmose mit dem Ulnaende an.



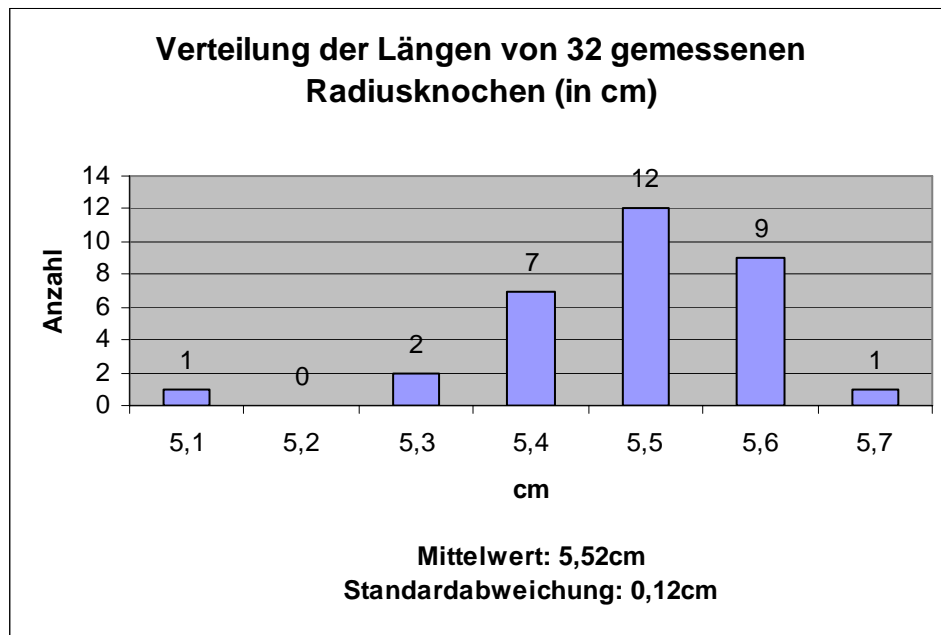
**Abbildung 3:** rechte Ulna Dorsalansicht. Der waagerechte Pfeil zeigt den Meßpunkt zur Ermittlung des Durchmessers an.

**1** Extremitas proximalis mit Olecranon; **2** Crista intercotylaris; **4** Cotyla dorsalis; **4'** Cotyla ventralis; **6** Extremitas distalis mit Depressio radialis; **7** Impressio radialis; **8** Condylus dorsalis ulnaris; **9** Condylus ventralis ulnaris; **10** Corpus ulnae; **12** Incisura tuberculi carpalis

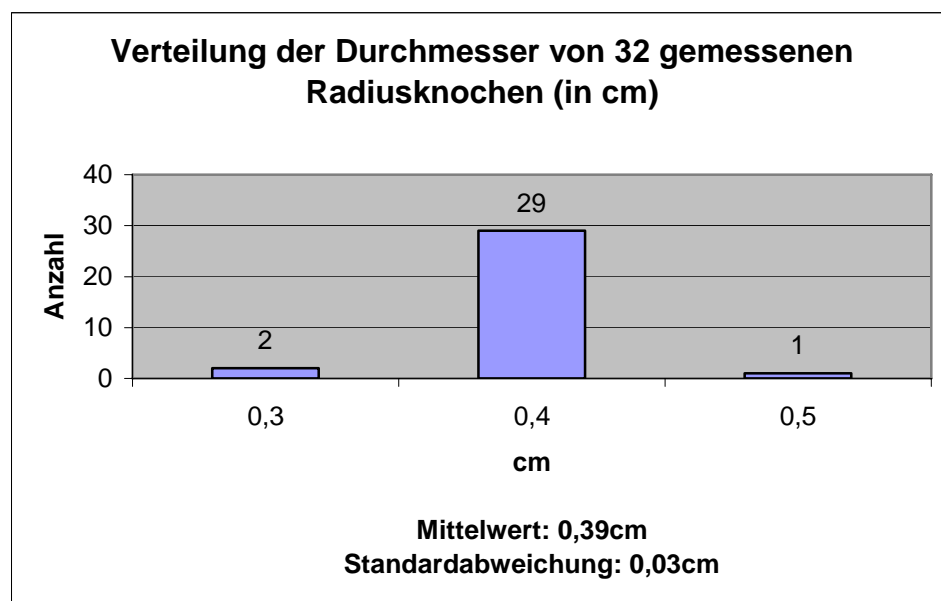


**Abbildung 4:** rechte Ulna, Ventralansicht. Der waagerechte Pfeil zeigt den Meßpunkt zur Ermittlung des Durchmessers an.

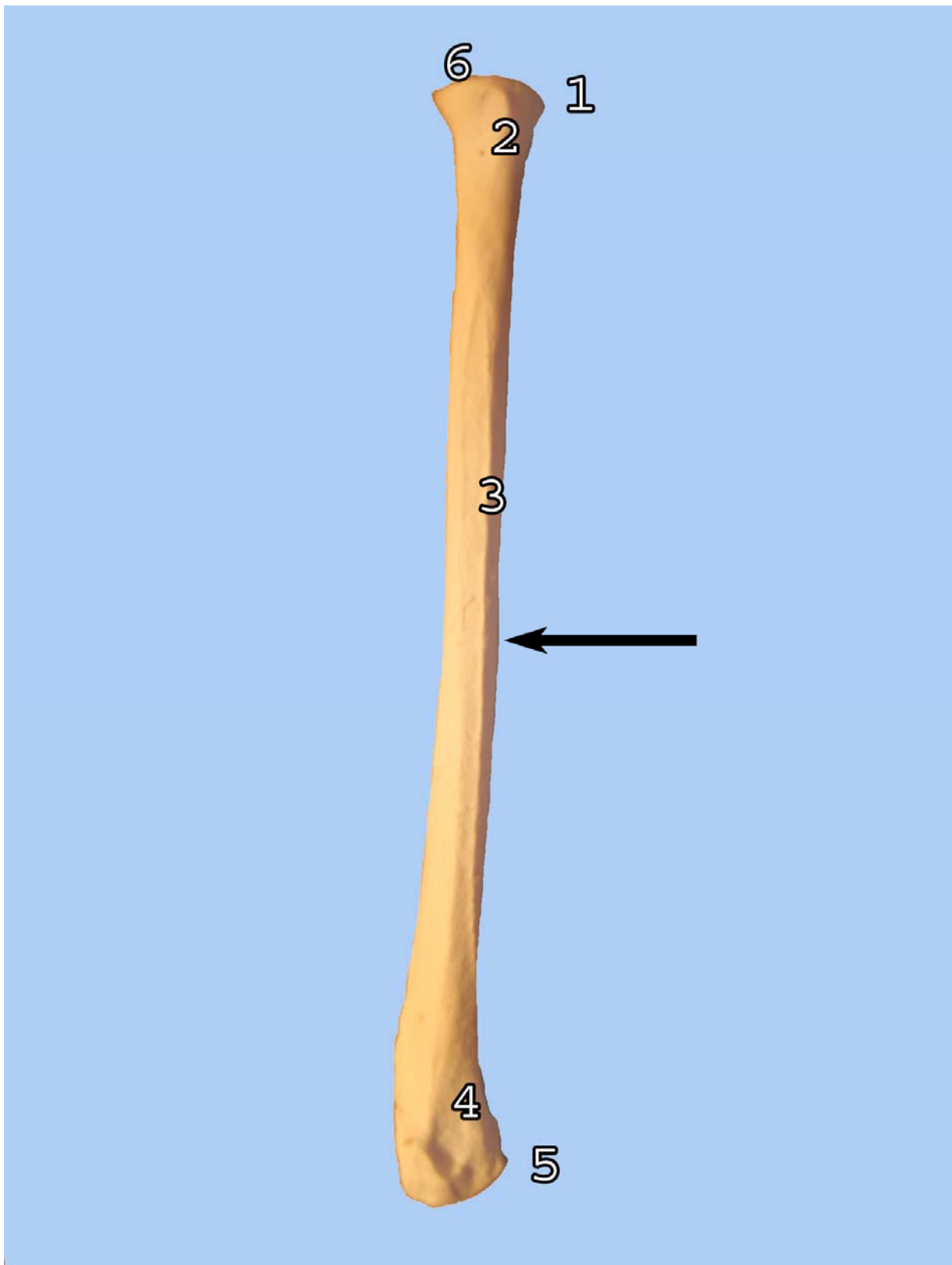
**1** Extremitas proximalis mit Olecranon; **2** Crista intercotylaris; **3** Papillae remigales; **4** Cotyla dorsalis; **5** Margo cranialis; **10** Corpus ulnae; **11** Trochlea carpalis



Graphik 5



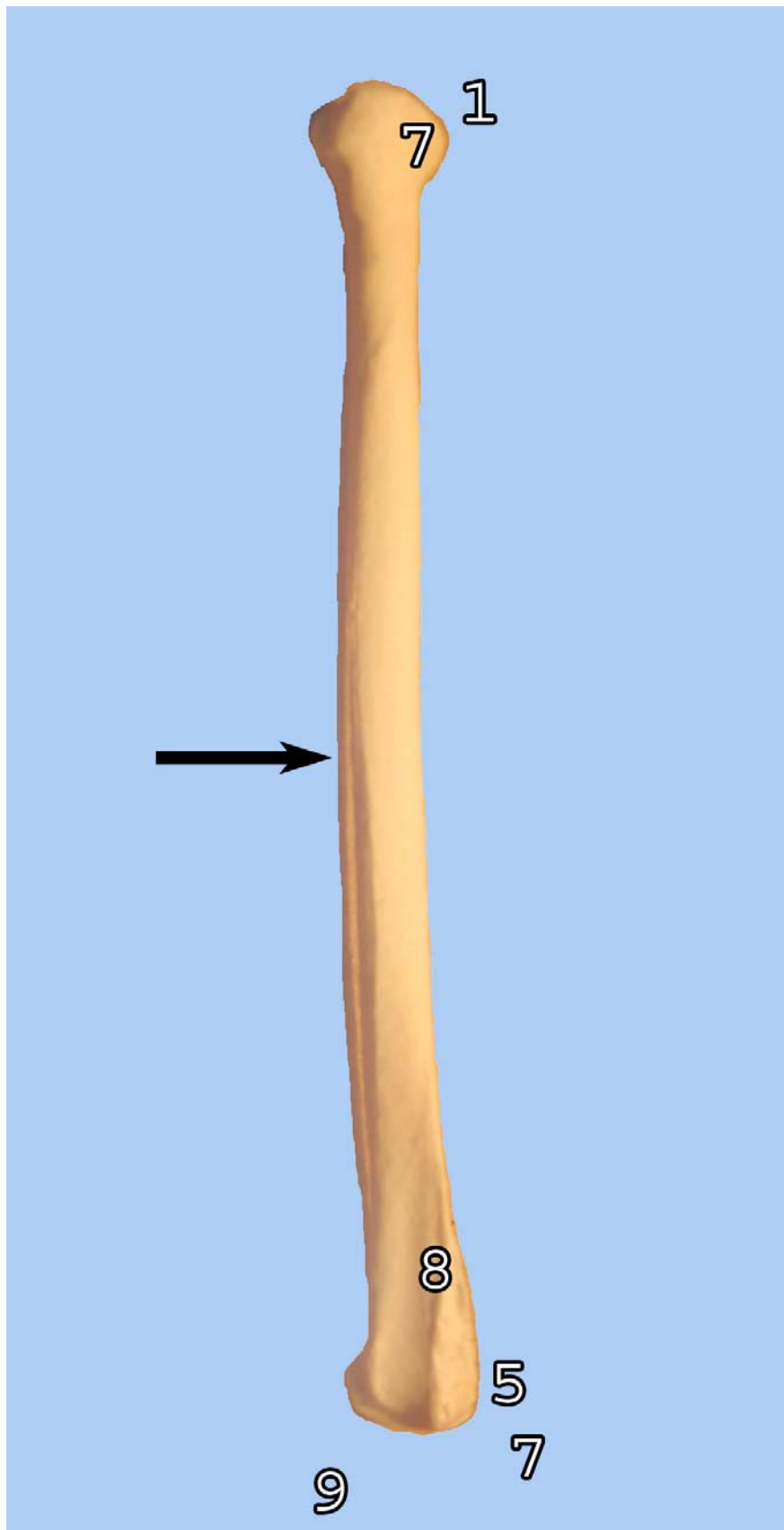
Graphik 6



**Abbildung 5:** Rechter Radius, Ventralansicht. Der waagerechte Pfeil zeigt den Meßpunkt zur Ermittlung des Durchmessers an.

**1** Extremitas proximalis radii mit Caput radii; **2** Tuberculum bicipitale radii; **3** Corpus radii mit Lineae intermusculares; **4** Depressio ligamentosa; **5** Extremitas distalis radii; **6** Caput radii mit Cotyla humeralis





**Abbildung 6:** rechter Radius, Dorsalansicht. Der waagerechte Pfeil zeigt den Meßpunkt zur Ermittlung des Durchmessers an.

**1** Extremitas proximalis radii mit Caput radii; **5** Extremitas distalis radii; **7** Facies articularis ulnaris; **8** Sulcus tendinosus; **9** Facies articularis radiocarpalis

### 4.1.3 Handknochen, Ossa manus

Die Handknochen bestehen aus den Ossa carpi, dem Carpometacarpus und den Ossa digitorum manus.

#### Ossa carpi

Die proximale Reihe der Karpalknochen bildet das Os carpi radiale und das Os carpi ulnare.

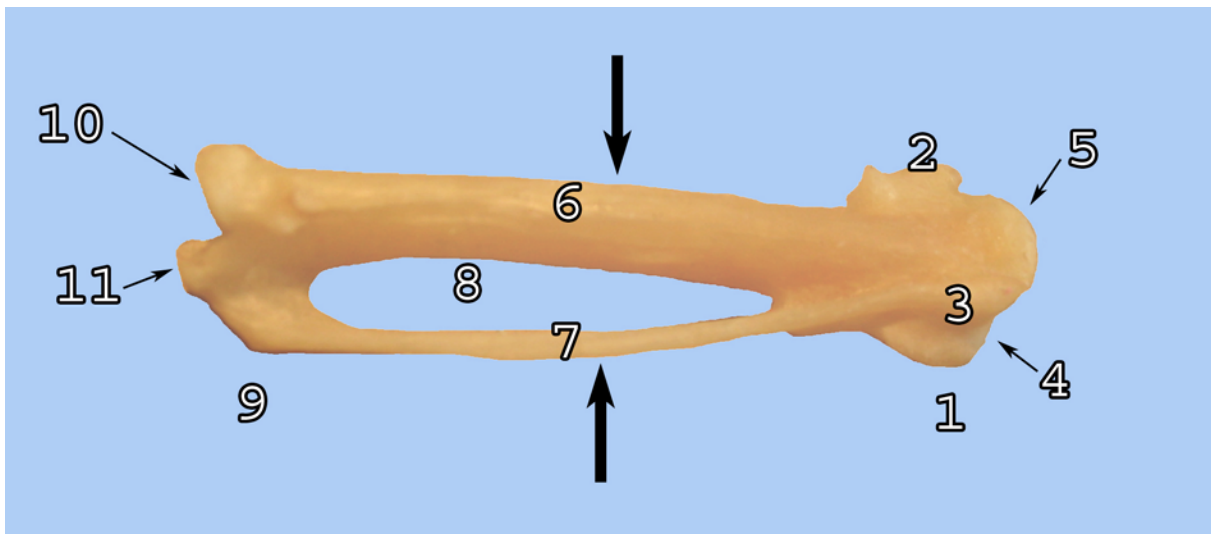
Das *Os carpi radiale* ist kompakt und weist eine Facies articularis metacarpalis, eine Facies articularis radialis und eine Facies articularis ulnaris zu den jeweiligen Knochen auf.

Das *Os carpi ulnare* zeigt einen tiefen Einschnitt, die Incisura metacarpalis. Die beiden Anteile, die dadurch entstehen, sind das Crus longum und das Crus breve. Die gelenkseitigen Flächen nennen sich Facies articularis ulnaris und Facies articularis metacarpalis.

#### Carpometacarpus (Abb. 7;8)

Die distalen Karpalknochen sind miteinander und mit den proximalen Enden der Metakarpalknochen zum Carpometacarpus verwachsen. Er ist durchschnittlich 3,8 cm lang (Graphik 7), sein *Os metacarpale majus* (Abb. 7;8/6) ist 0,4 cm breit, sein *Os metacarpale minus* (Abb. 7;8/7) flach und 0,3 cm breit. Die beiden letztgenannten Knochenanteile wiesen bei der Vermessung jeweils dieselben Werte auf, deswegen wird auf eine tabellarische Darstellung verzichtet. Das *Os metacarpale alulare* (Abb. 7;8/2) ist mit dem Carpometacarpus an seiner *Extremitas proximalis* (Abb. 7;8/1) verwachsen. An dieser ist die *Trochlea carpalis* (Abb. 7;8/3) mit ihren beiden Gelenkflächen zu den jeweiligen Karpalknochen, die *Facies articularis ulnocarpalis* (Abb. 7;8/4) und die *Facies articularis radiocarpalis* (Abb. 7;8/5) ausgebildet. Der Corpus carpometacarpi besteht aus zwei unterschiedlich dicken Knochenstegen. Der stärkere Anteil ist das *Os metacarpale majus* (Abb. 7;8/6), welches gerade verläuft und einen runden Querschnitt besitzt. Das schwächere *Os metacarpale minus* (Abb. 7;8/7) ist nach ventral gebogen und flach. Zwischen den beiden Stegen befindet sich das *Spatium intermetacarpale* (Abb. 7;8/8). Die *Extremitas distalis carpometacarpi* (Abb. 7;8/9) besitzt ebenfalls zwei Gelenkflächen, um mit dem jeweiligen Finger zu

artikulieren: die *Facies articularis digitalis major* (Abb. 7;8/10) und die *Facies articularis digitalis minor* (Abb. 7;8/11).



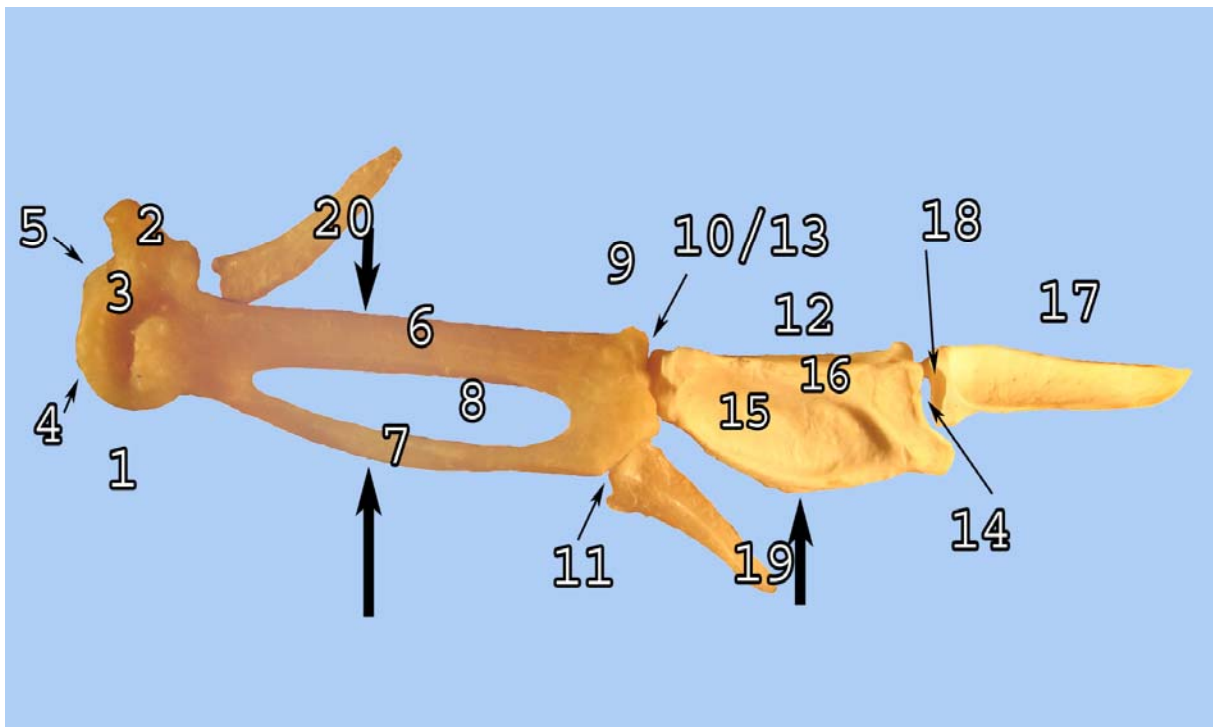
**Abbildung 7:** Linker Carpometacarpus, Dorsalansicht. Die senkrechten Pfeile zeigen die Meßpunkte zur Ermittlung der Durchmesser an.

1 Extremitas proximalis carpometacarpi; 2 Os metacarpale alulare; 3 Trochlea carpalis; 4 Facies articularis ulnocarpalis; 5 Facies articularis radiocarpalis; 6 Os metacarpale majus; 7 Os metacarpale minus; 8 Spatium intermetacarpale; 9 Extremitas distalis carpometacarpi; 10 Facies articularis digitalis major; 11 Facies articularis digitalis minor

### **Ossa digitorum manus (Abb. 8)**

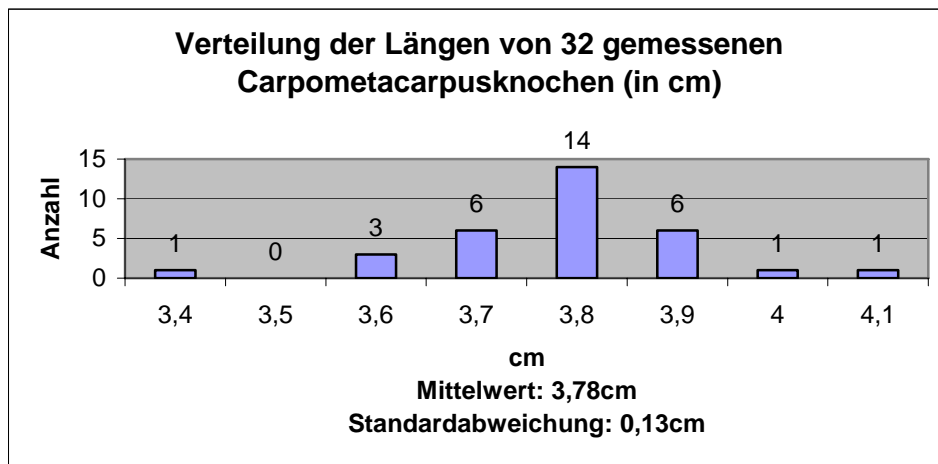
Die Ossa digitorum manus bestehen aus dem Digitus alularis, dem Digitus minor und dem Digitus major. Der Digitus alularis und der Digitus minor besitzen jeweils nur eine Phalanx, während der Digitus major zwei Phalangen aufweist.

Dem Digitus alularis ist die *Phalanx digiti alulae* (Abb. 8/20) zu Eigen, dem Digitus minor die *Phalanx digiti minoris* (Abb. 8/19). Sie sind jeweils durchschnittlich 1,4 cm lang (Graphik. 8/9). Der Digitus major besteht aus der *Phalanx proximalis* (Abb. 8/12) und der *Phalanx distalis digiti majoris* (Abb. 8/17). Die *Phalanx proximalis digiti majoris* ist wesentlich größer als die distale Phalanx. Sie ist 2 cm lang, 0,6 cm hoch und abgeflacht (Graphik 10/11). Nach medial weist sie eine Verdickung, die *Pila cranialis phalangis* (Abb. 8/16) auf. Die mediale wie laterale Fläche ist zu einer *Fossa ventralis* und *Fossa dorsalis* (Abb. 8/15) eingedellt. Mit der *Facies articularis phalangealis* (Abb. 8/14) artikuliert sie mit der distalen Phalanx an deren entsprechender *Facies articularis metacarpalis* (Abb. 8/18). Die *Phalanx distalis digiti majoris* ist durchschnittlich 1,9 cm lang (Graphik 12).

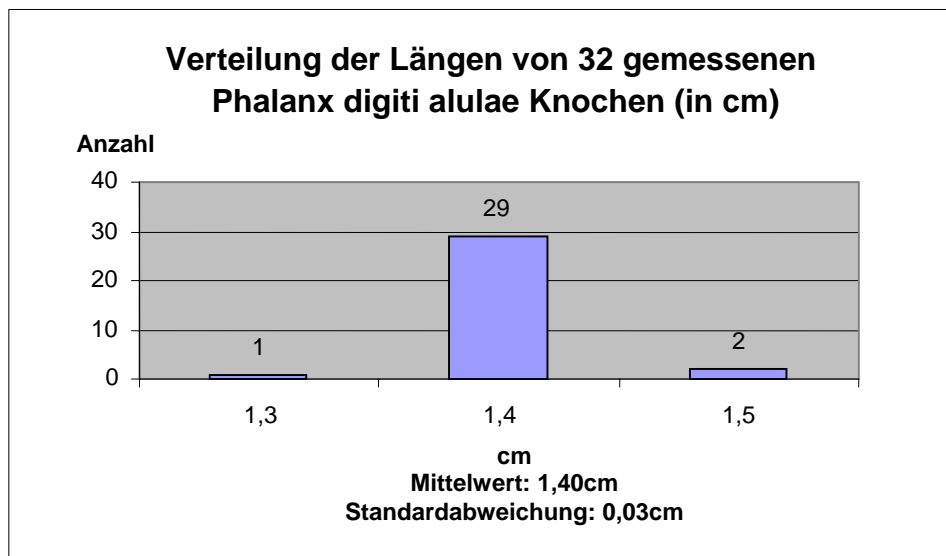


**Abbildung 8:** Knochen der rechten Hand, Dorsalansicht. Die senkrechten Pfeile zeigen die Meßpunkte zur Ermittlung der Durchmesser an.

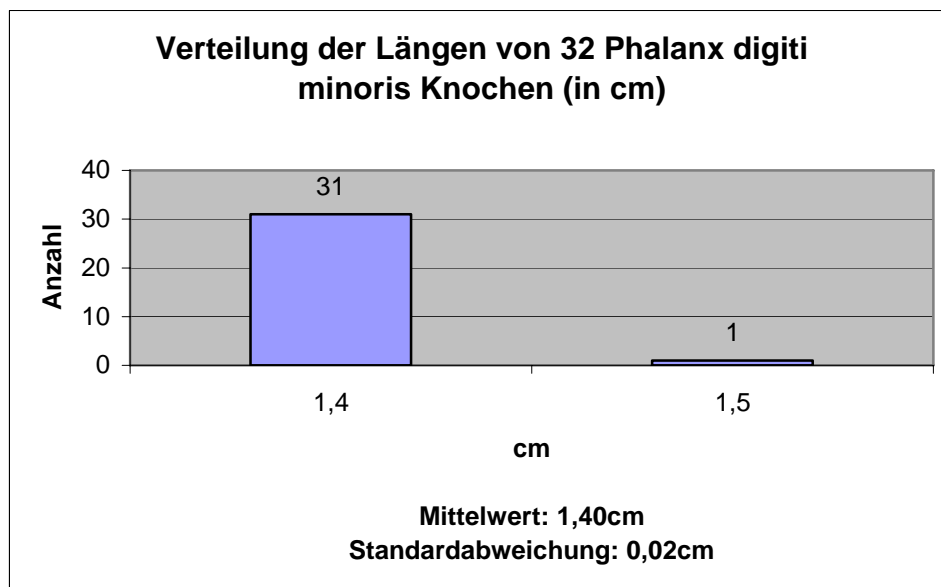
1 Extremitas proximalis carpometacarpi; 2 Os metacarpale alulare; 3 Trochlea carpalis; 4 Facies articularis ulnocarpalis; 5 Facies articularis radiocarpalis; 6 Os metacarpale majus; 7 Os metacarpale minus; 8 Spatium intermetacarpale; 9 Extremitas distalis carpometacarpi; 10 Facies articularis digitalis major; 11 Facies articularis digitalis minor; 12 Phalanx proximalis digiti majoris; 13 Facies articularis metacarpalis; 14 Facies articularis phalangealis; 15 Fossa dorsalis; 16 Pila cranialis phalangis; 17 Phalanx distalis digiti majoris; 18 Facies articularis metacarpalis; 19 Phalanx digiti minoris; 20 Phalanx digiti alulae



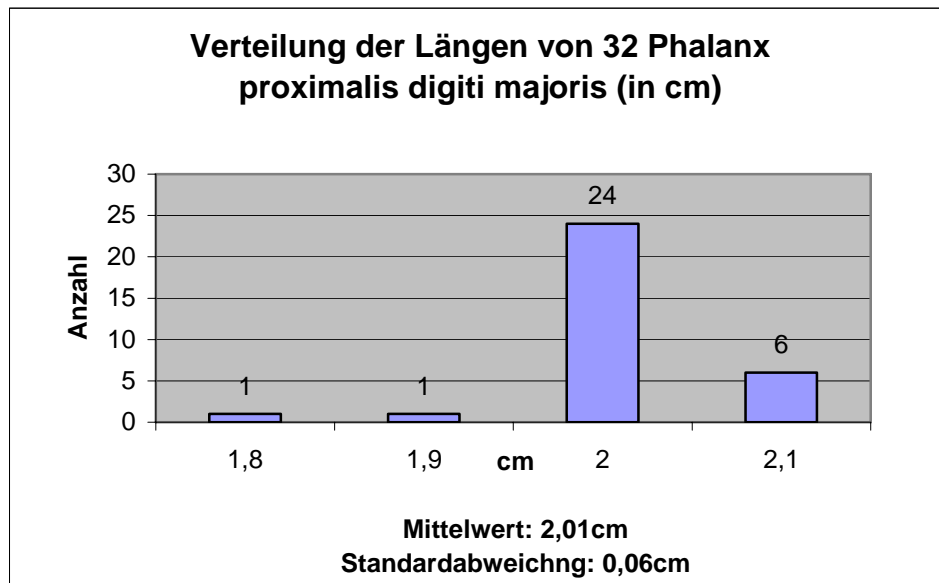
Graphik 7



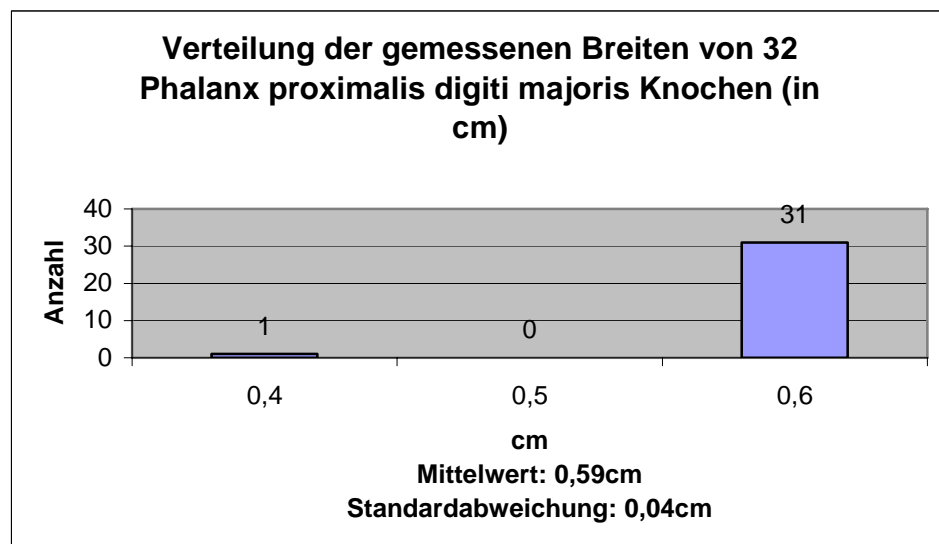
Graphik 8



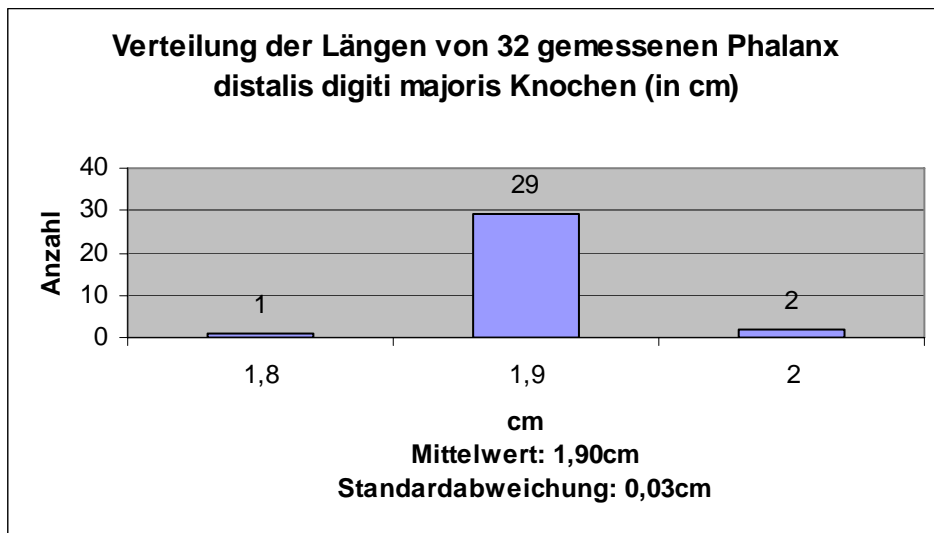
Graphik 9



Graphik 10



Graphik 11

**Graphik 12**

## 4.2 Muskulatur des Flügels

Bei der Beschreibung der Muskulatur des Flügels werden die Termini technici der Nomina Anatomica Avium (VANDEN BERGE und ZWEERS, 1993) verwendet.

### 4.2.1 Stabilisatoren des Schultergürtels

#### **Musculi rhomboidei (Abb. 9;10;/12;13)**

##### *M. rhomboideus superficialis*

Der M. rhomboideus superficialis ist ein flächiger, breiter Muskel. Er entspringt aus einer Aponeurose von den Dornfortsätzen der letzten beiden Halswirbel und von einer weiteren Aponeurose, die er sich zusammen mit dem M. latissimus dorsi teilt und die vom medianen dorsalen Kamm des Notarium und vom vorderen Ende der Ala praeacetabularis ilii kommt. Die fleischigen Fasern ziehen kraniolateral zum dorsomedialen Rand der Scapula. Die Ansatzstelle beginnt kaudal des Acromions und endet kaudal, wenige Millimeter vor dem Apex der Scapula. Der oberflächliche M. rhomboideus verdeckt den M. rhomboideus profundus nahezu vollständig bis auf einen dreieckigen Teil an der Apex scapulae.

Funktion: Fixation der Scapula. Im Stand führt ein Zug am kranialen Ende der Scapula nach dorsal. Im Flug bewirkt der Faserverlauf eine kontraktile Verspannung zwischen den Schultergelenken.

##### *M. rhomboideus profundus*

Der tiefe M. rhomboideus entspringt wie der oberflächliche aus der Aponeurose, die von den Dornfortsätzen der letzten beiden Halswirbel kommt. Da der tiefere Anteil des M. rhomboideus auch etwas kaudal des oberflächlichen Anteils liegt, entspringt er zusätzlich aus einer Aponeurose, die vom Notarium stammt. Der fleischige Anteil des Muskels zeigt einen kraniolateralen Faserverlauf. Er inseriert am kaudalen Ende der Scapula auf deren dorsomedialer Oberfläche. Ventral der Ansatzstelle liegt die des M. serratus profundus.

Funktion: Fixation der Scapula. Im Stand wird ein kraniodorsaler Zug an der Extremitas caudalis scapulae bewirkt und im Flug ein kaudovertraler Zug an der Wirbelsäule.



**Musculi serrati (Abb. 9;10;13/11)***M. serrati superficialis*

Es gibt einen kranialen und einen kaudalen Anteil der *M. serrati superficialis*, zudem noch einen Hautast: die *Pars metapatagialis*.

*Pars cranialis*

Die *Pars cranialis* entspringt aus zwei fleischigen Anteilen: einer von der lateralen Oberfläche der ersten echten Rippe, an deren distalen Ende, und ein zweiter, tieferer Anteil, der vom distalen Ende der ersten Rippe und von der *Costa sternalis* der zweiten Rippe entspringt. Diese beiden kraniodorsal verlaufenden Anteile vereinigen sich und ziehen - sich zu einer Aponeurose verjüngend - zwischen die beiden Köpfe des *M. subscapularis*, um ventromedial am vorderen Drittel der *Scapula* anzusetzen.

*Pars caudalis*

Die *Pars caudalis* ist etwas kräftiger und ca. 24 mm breit. Sie entspringt vornehmlich aus einer Aponeurose, die von der lateralen Oberfläche der letzten Rippen, in der Höhe des Übergangs zwischen *Costa sternalis* und *Costa vertebralis* und von der interkostalen Faszie kommt. Diese verschiedenen kleineren Muskelstränge vereinigen sich, um kraniodorsal ziehend an der medialen Kante des kaudalen Teils der *Scapula* zu inserieren.

*Pars metapatagialis*

Die *Pars metapatagialis* ist im Vergleich zu den bislang besprochenen ein massiger Muskel. Der aus drei Anteilen bestehende Muskel entspringt von der 2., 3. und 4. Rippe, ventral der Ursprünge der *Pars caudalis* des *M. serratus superficialis*. Die drei Stränge vereinigen sich zu einem gemeinsamen Muskelbauch, der in die Flughaut in Höhe des proximalen Anteils des *Humerus* übergeht.

*M. serratus profundus*

Der tiefe Anteil des *M. serratus* entspringt mit verschiedenen fleischigen Anteilen von der lateralen Seite der letzten asternalen und der ersten sternalen Rippe. Die kaudodorsal verlaufenden Stränge inserieren fleischig an der medialen Seite des kaudalen Drittels der *Scapula*. Der Muskel ist nur sichtbar, nachdem die *Mm. latissimus dorsi*, *rhomboideus superficialis* und *rhomboideus profundus* entfernt oder weggeklappt worden sind.

Funktion: Fixation der Scapula. Ebenso sind sie Ventroflexoren und Adduktoren der Scapula. Im Flug sind sie auch Atemhilfsmuskulatur, da sie die Rippen mitanheben.

### **Musculus scapulohumeralis (Abb. 9;10;13/9)**

Der M. scapulohumeralis ist gut entwickelt. Er entspringt überwiegend fleischig an der ventrolateralen Fläche des kaudalen Drittels der Scapula. Der fleischige Muskelbauch zieht nach kranial zu einem langen, sehnigen und zu einem fleischigen Ansatz. Beide Ansätze liegen auf dem Tuberculum ventrale des Humerus.

Funktion: Heber des Oberarms. Er zieht den Oberarm an die Scapula und dient zusätzlich noch als Pronator.

### **Musculus coracobrachialis (Abb. 13/33;34)**

#### *M. coracobrachialis cranialis*

Der gut entwickelte Muskel entspringt sehnig lateral an der Extremitas omalis coracoidei. Der Muskelbauch zieht, eingebettet in eine kräftige Fascie, ventral über die coracohumerale Gelenkkapsel und inseriert am kranioventralem Rand der oberen Hälfte des Humerus zwischen dem Gelenkkopf und der Ansatzstelle des M. pectoralis pars thoracica.

Funktion: Der Oberarm wird vorgezogen und festgehalten.

#### *M. coracobrachialis caudalis*

Der Muskel entspringt fleischig lateral am kaudalen Teil des Coracoid und vom kranialen Anteil des Processus sternocoracoidalis des Sternums etwas oberhalb der Ansatzstelle des M. sternocoracoideus. Der Muskelbauch ist wie der kraniale Anteil in eine kräftige Faszie eingebettet. Er setzt am Tuberculum ventrale humeri an.

Funktion: Der Oberarm wird zurückgezogen und proniert.

### **Musculus subscapularis (Abb. 13/35)**

Der M. subscapularis entspringt mit zwei Köpfen, einem Caput laterale, das lateral des kranialen Anteils der Scapula entspringt und einem Caput mediale, das entsprechend von der medialen Fläche des kranialen Abschnitts der Scapula kommt. Die beiden Köpfe vereinigen sich zu einem Muskelband mit einer gemeinsamen Sehne, welche sich mit der Sehne des M. subcoracoideus zu einer V-förmigen Struktur vereinigt. Diese Sehne inseriert am Tuberculum ventrale humeri.

Funktion: Der Oberarm wird an den Körper gezogen und proniert.

**Musculus subcoracoideus (Abb. 13/36)**

Der Muskel besteht aus zwei gut entwickelten Köpfen, dem *Caput ventrale* und dem *Caput dorsale*. Der kleinere dorsale Kopf entspringt fleischig medial an der Spitze der Clavicula und von der ventromedialen Fläche der Extremitas cranialis der Scapula. Der größere und längere ventrale Kopf entspringt fleischig vom kaudalen Abschnitt der Membrana sternocoracoclavicularis und vom kranialen Anteil des Sternums. Die beiden Köpfe vereinigen sich und inserieren mit einer gemeinsamen Sehne, in die noch die des M. subscapularis mit einfließt, am Tuberculum ventrale des Humerus distal der Ansatzstelle des M. subscapularis.

Funktion: Adduktion und Supination des Oberarms.

**Musculus latissimus dorsi (Abb. 9;10;13/3)**

Der M. latissimus dorsi entspringt aus einer Aponeurose, die von den Dornfortsätzen der letzten Halswirbel und der ersten Brustwirbel kommt. Der breitflächige, fleischige Muskel zieht nach lateral und kranial. Er tritt in die Armmuskulatur zwischen dem M. scapulotriceps und humerotriceps ein und inseriert kranial am ventralen Abschnitt des Humerus, ventral des Ansatzes des M. deltoideus pars major, caput craniale. Der Ansatz beginnt ca. 1 cm distal des Caput humeri.

Funktion: Adduktor und Supinator des Oberarms.

**4.2.2 Flugmuskeln****Musculus deltoideus (Abb. 9/4; 10/4;28)***Pars major*

Der M. deltoideus pars major entspringt mit einem vorderen Kopf (Caput craniale) vom Collum scapulae und mit einem hinteren Kopf (Caput caudale) von der Extremitas omalis der Klavikula. Ein kleines Retinaculum, ausgehend vom Acromion, bildet den dritten Kopf (Caput proximale). Diese drei Köpfe bilden den Ursprung des dann einbäuchigen Muskels, der dorsal über das Schultergelenk zieht. Er verjüngt sich in diesem Verlauf, um an der Crista pectoralis des Humerus zu inserieren.

Funktion: Der Muskel supiniert und hebt den Flügel und dient somit als Synergist des M. supracoracoideus.

*Pars minor*

Der M. deltoideus pars minor entspringt am Acromion scapulae und inseriert mit einer Sehne an der Crista pectoralis des Humerus. Es ist ein kleiner, einbäuchiger Muskel mit proximodistalem Faserverlauf, der sich distal verjüngt.

Funktion: Dieser Muskel dient als Heber des Oberarms.

**Musculus supracoracoideus (Abb. 10;13/31)**

Der Muskel liegt dorsal des M. pectoralis und ist komplett von ihm verdeckt. Er entspringt an der kaudalen Hälfte der Facies lateralis carinae. Er ist doppelt gefiedert, seine Endsehne zieht kraniodorsal durch den Canalis triosseus auf die dorsale Seite des Flügels, wo er am Tuberculum dorsale des Humerus inseriert. Im Verlauf nach kraniodorsal entlässt er nach kranial einen spindelförmigen Ast zur Klavikula. Insgesamt ist er flach und kielförmig gestaltet.

Funktion: Mit dem Verlauf der Endsehne durch den Canalis triosseus gelangt der Ansatz auf die dorsale Seite des Flügels. Somit wird der Muskel zum Heber und Supinator des Flügels, obwohl er an gleicher Stelle wie der M. pectoralis entspringt.

**Musculus pectoralis (Abb. 9-13/8)**

Der voluminöse Brustmuskel ist der mit Abstand größte Muskel der Ringeltaube. Er entspringt mit seiner *Pars sternobrachialis* am Margo ventralis und an der Facies lateralis der Carina. Von dort aus verläuft er mit kraniodorsal gerichteter Fiederung in Richtung Humerus zur Crista pectoralis, wo er mit einer breiten Sehne inseriert. Mit einer kleinen Sehne endet er zusätzlich am Tuberculum ventrale. In dem Verlauf vom Ursprung am Sternum bis zum Ansatz am Humerus verjüngt sich der Muskel beträchtlich.

Der bauchige Muskel entlässt in seinem Verlauf zwei Hautäste, kraniodorsal die *Pars propatagialis*, welche in die kraniale Flughaut übergeht und in abdominalen Richtung die *Pars abdominalis*, welche in der Haut der seitlichen Brust- und Bauchwand endet.

Funktion: Als Muskel mit der größten Masse senkt er den Flügel, bei gleichzeitiger Pronation.

### 4.2.3 Spanner der Flughaut

#### **Musculus deltoideus pars propatagialis [Musculus propatagialis]**

**(Abb. 9;10;12;13/1)**

Die Flughaut, Propatagium, wird durch den M. deltoideus pars propatagialis gespannt. Dieser sehr flächige Muskel, der dorsal am proximalen Anteil des Flügels verläuft, entspringt an zwei Stellen: Zum einen medial von der Extremitas omalis claviculae, zum anderen am Akromion der Skapula. Von dort aus zieht der einbäuchige Muskel mit proximodistaler Faserrichtung nach lateral. Er entlässt einen langen elastischen Tendo longus und eine kurze kollagenfaserige Sehne (Tendo brevis). Der Tendo longus verläuft in der kranialen Flughaut und inseriert am Processus extensorius des Os metacarpale alulare. Der Tendo brevis verläuft kaudolateral und inseriert am Epicondylus dorsalis humeri, wo sich das proximale Ende des M. extensor metacarpi radialis befindet und an der Fascia antebrachialis.

Funktion: Der Muskel spannt die Flughaut und verleiht ihr Stabilität. Durch den Ansatz des Tendo longus am Metakarpalgelenk wird das Karpalgelenk gestreckt und das Ellbogengelenk gebeugt.

### 4.2.4 Strecker und Supinatoren des Flügels

#### **Musculus triceps brachii (Abb. 9-13/2)**

Der M. triceps brachii besteht aus zwei Teilen. Die *Pars scapularis* entspringt am Collum scapulae. Der große, massige Muskel endet mit einer langen, kräftigen Sehne distal des Olecranon an der Facies caudalis ulnae.

Die *Pars humeralis* besitzt zwei Köpfe, welche durch die Endsehne des M. scapulohumeralis caudalis getrennt werden. Das *Caput dorsale* entspringt am Tuberculum dorsale humeri. Bei der Ringeltaube ist es zweigeteilt, während es bei der Haustaube nur einteilig ist. Das *Caput ventrale* entspringt distal vom Tuberculum ventrale humeri. Die drei Köpfe vereinigen sich kurz nach ihrem Ursprung und setzen gemeinsam am Processus olecrani an.

*Pars scapularis* und *Pars humeralis* gehen im distalen Bereich ineinander über und tauschen Fasern aus.

Funktion: Strecker der Articulatio cubiti.

**Musculus extensor metacarpi radialis (Abb. 9-13/5)**

Der Muskel entspringt am Epicondylus dorsalis humeri und zieht vom Humerus über den Unterarm bis hin zum Os metacarpale alulare. Er besteht aus zwei Bäuchen, die übereinander liegen. Die gemeinsame Endsehne des dorsalen und ventralen Muskelbauchs vereinigt sich mit dem des M. ulnometacarpalis dorsalis und endet an der Facies cranialis des Os metacarpale alulare. Am Handwurzelgelenk wird die Sehne durch die Fascia carpea gehalten.

Funktion: Der Muskel beugt das Ellbogengelenk und streckt das Karpalgelenk.

**Musculus supinator (Abb. 10/30)**

Er entspringt sehnig am Epicondylus dorsalis des Humerus. Sein Ursprung entspricht dem des M. extensor digitorum communis. Er verläuft dorsal über das Ellbogengelenk, um an der Dorsalfläche der distalen Radiushälfte zu inserieren. Er wird zu einem großen Teil vom M. extensor metacarpi verdeckt.

Funktion: Beuger und Supinator des Unterarms.

**Musculus extensor digitorum communis (Abb. 9;10;12/6)**

Er entspringt gemeinsam mit dem M. supinator am Epicondylus dorsalis humeri. Er verläuft parallel zu diesem, liegt aber den Unterarmknochen näher an. Ab dem letzten Drittel im Bereich des Unterarmes geht er in seine Endsehne über. Diese überquert das Metakarpalgelenk dorsal und wird hier durch die Metakarpalbinde (Fascia carpea) in dieser Position gehalten. Die Sehne verläuft weiter bis zum Digitus alularis und Digitus major. Auf Höhe des Os metacarpale alulare spaltet sich die Endsehne in einen langen und kurzen Schenkel. Der kurze Schenkel setzt an der Pila caudalis der Extremitas proximalis der Phalanx digiti alulae an. Die längere Endsehne zieht weiter über das Os metacarpale majus. Sie inseriert gemeinsam mit der Endsehne des M. extensor longus digiti majoris am Kranialrand der Phalanx proximalis digiti majoris. Bemerkenswert ist noch die Richtungsänderung kurz vor der Ansatzstelle. Diese Richtungsänderung der Endsehne wird durch das Ligamentum anterius in Höhe des Handwurzelgelenkes gehalten.

Funktion: Strecker des ersten und zweiten Fingers.

**Musculus extensor metacarpi ulnaris (Abb. 9;10/7)**

Der Muskel entspringt am Epicondylus dorsalis humeri und zieht zum Carpometacarpus, wo er sich mit der Endsehne des M. ulnometacarpalis vereinigt. Im Verlauf dorsal über das Karpalgelenk wird die Endsehne von der Fascia carpea gehalten.

Funktion: Er streckt das Handwurzelgelenk bei gestrecktem Ellbogengelenk, ist aber auch Beuger des Ellbogengelenkes bei sich beugendem Handwurzelgelenk.

**Musculus extensor longus alulae (Abb. 10/29)**

Der zweiköpfige Muskel liegt zwischen den beiden Unterarmknochen und besitzt ein *Caput proximale* und ein *Caput distale*. Der proximale Kopf entspringt am proximalen Drittel des Margo cranialis radii, der distale an den distalen zwei Dritteln des Margo caudalis radii. Ihr gemeinsamer Muskelbauch endet mit einer Sehne, die dorsal über das Karpalgelenk zieht, um dann am Kranialrand der Phalanx digiti alulae anzusetzen.

Funktion: Strecker des Handwurzelgelenkes und des Digitus alulae.

**Musculus extensor longus digiti majoris (Abb. 10/38)**

Der lange Zehenstreckmuskel entspringt am distalen Drittel des Radius an dessen Margo cranialis. Er kommt unterhalb des M. extensor longus alulae zum Vorschein und zieht mit seiner lang gestreckten Endsehne dorsal über das Karpalgelenk. Im weiteren Verlauf dorsal des Carpometacarpus erhält die Sehne eine Verstärkung aus der Fascia metacarpea. Die Endsehne spaltet sich auf mittlerer Höhe des Carpometacarpus und entlässt einen Strang, der zum Kranialrand der Phalanx proximalis digiti majoris zieht und dort inseriert. Die Endsehne selber zieht weiter zur Phalanx distalis digiti majoris und setzt dort ebenfalls an deren Kranialrand an.

Funktion: Strecker des Digitus major.

**Musculus extensor brevis alulae (Abb. 9;10/17)**

Dieser Muskel ist kurz, dreieckig gestaltet und liegt dorsal dem Grunde der Phalanx digiti alulae auf. Er besitzt zwei Ursprünge und einen Ansatz. Ein Ursprung ist auf dem Os metacarpale alulare neben der Insertionsstelle des M. extensor metacarpi radialis. Der zweite Ursprung liegt etwas weiter distal am proximalen Anteil des Os metacarpale majus. Der Ansatz ist an der Extremitas distalis der Phalanx digiti alulae.

Funktion: Strecker des Digitus alulae.

### **Musculus adductor alulae (Abb. 12/32)**

Dieser Muskel ist sehr klein. Er liegt zwischen dem M. flexor alulae und dem M. extensor brevis alulae. Er entspringt am Os metacarpale majus und inseriert an der Phalanx digiti alulae.

Funktion: Adductor der Phalanx digiti alulae.

### **Musculus ulnometacarpalis dorsalis (Abb. 9-12/15)**

Der M. ulnometacarpalis dorsalis ist ein kurzer Muskel auf der kaudodorsalen Seite des Karpalgelenkes. Er besitzt einen ulnaren Kopf, der an der Extremitas distalis ulnae sehnig entspringt und einen weiteren Ursprung, der ebenfalls sehnig vom Os carpi ulnare in den Muskelbauch übertritt. Der Ansatz ist schwer zu beurteilen. Ein Anteil fließt in die Federbälge mit ein. Ein weiterer Anteil zieht nach kaudal und inseriert am Os metacarpale majus und minus.

Funktion: Beuger des Handwurzelgelenkes.

### **Musculus interosseus dorsalis (Abb. 9;10/14)**

Der Muskel füllt zusammen mit dem M. interosseus ventralis das Spatium intermetacarpale aus. Sein muskulöser Anteil ist mit dem Os metacarpale majus und minus verwachsen. Der doppelt gefiederte Muskelbauch entlässt eine kräftige Endsehne, die am proximalen Rand der Phalanx digiti majoris ansetzt.

Funktion: Er führt zu einer Streckung des Digitus major.

## **4.2.5 Beuger und Pronatoren des Flügels**

### **Musculus biceps brachii (Abb. 10-13/21)**

Dieser kräftige, spindelförmige Muskel liegt dem Humerus auf der Beugeseite des Ellbogengelenkes auf. Seinen Ursprung nimmt er mit einem Kopf breit sehnig an der Facies musculi bicipitis des Korakoid. Sein zweiter Kopf entspringt etwas weiter distal an der Impressio musculi bicipitis des Humerus. Der Muskelbauch überlagert den Humerus kraniodorsal und verläuft mit seiner zweigeteilten Endsehne jeweils zum Radius und zur Ulna. Der längere Anteil der Endsehne inseriert am kranioventralem



Rand der Extremitas proximalis ulnae. Der kürzere Schenkel endet am Margo interosseus der Extremitas proximalis radii.

Im Verlauf über den Humerus gibt er einen Muskelast an das Propatagium ab. Diese *Pars propatagialis* fließt in die Flughaut ein.

Funktion: Beuger des Ellbogengelenkes.

### **Musculus brachialis (Abb. 12/37)**

Der M. brachialis ist ein kurzer Muskel, der die Beugeseite des Ellbogengelenkes überquert. Sein Ursprung liegt am distalen Humerusende in der Fossa musculi brachialis. Nach kurzem Verlauf über das Gelenk inseriert er am Margo interosseus des proximalen Ulnaendes. Er ist mit der Gelenkkapsel des Ellbogengelenkes sehnig verbunden.

Funktion: Beuger des Ellbogengelenkes.

### **Musculus pronator superficialis (Abb. 11-13/20)**

Der M. pronator superficialis verläuft als flacher, spindelförmiger Muskel auf der Ventralseite des Flügels vom Humerus über das Ellbogengelenk zum Radius. Er entspringt proximal des Epicondylus ventralis, überzieht das Ellbogengelenk ventral und inseriert am distalen Drittel des Radius an dessen Facies ventralis.

Funktion: Beuger des Ellbogengelenkes und Pronator des Unterarms.

### **Musculus pronator profundus (Abb. 9;11-13/18)**

Der M. pronator profundus erstreckt sich, verdeckt vom M. pronator superficialis, vom Humerus bis zur Mitte des Radius. Sein Ursprung liegt am Epicondylus ventralis humeri. Von dort zieht er, dem Radius aufliegend, über die ventrale Seite des Flügels bis zu dessen Mitte und inseriert kaudal etwas proximal des M. pronator superficialis.

Funktion: Beuger des Ellbogengelenkes und Pronator des Unterarms.

### **Musculus flexor digitorum superficialis (Abb. 11-13/19)**

Dieser Muskel wird mit dem M. flexor carpi ulnaris zusammen von einer Muskelbinde umhüllt. Erst nach deren Durchtrennung sieht man zwei voneinander getrennte Muskelbäuche. Der M. flexor digitorum superficialis entspringt etwa in der Mitte der Ulna aus dem Karpohumeralband, welches als Teil der Muskelbinde den Epicondylus ventralis humeri mit dem Os carpi ulnare verbindet. Er zieht über die Beugeseite des Karpalgelenkes. Hier entlässt ein Seitenschenkel feine Äste, die am

Handwurzelgelenk ansetzen. Die Endsehne inseriert am Margo cranialis der Phalanx proximalis digiti majoris.

Funktion: Beuger des Digitus major

### **Musculus flexor carpi ulnaris (Abb. 9-12/10)**

Dieser große Muskel entspringt mit einer kräftigen Sehne am distalen Ende des Epicondylus ventralis des Humerus. Die Sehne zieht durch das Karpohumeralband und geht in einen doppelt gefiederten Muskelbauch über, der sich über die gesamte Länge des Unterarms erstreckt und auf der proximalen Fläche des Os carpi ulnare inseriert. Etwa ab dem zweiten Drittel entlässt der Muskelbauch sehnige Fasern nach kaudal, das Ligamentum elasticum, womit die sekundären Schwungfedern befestigt werden.

Funktion: Beuger des Digitus major

### **Musculus flexor digitorum profundus (Abb. 11;12/22)**

Dieser Muskel wird vom M. flexor carpi ulnaris und dem M. flexor digitorum superficialis verdeckt. Im proximalen Drittel der Ulna entspringend, verdeckt vom M. brachialis und vom M. ulnometacarpalis, verläuft er weiter entlang des Corpus ulnae, weiter distal immer flacher werdend. Schließlich mündet er in eine kräftige Endsehne. Diese zieht durch den Sulcus tendineus des Os carpi radiale weiter distal und inseriert kranial der Basis der Phalanx distalis digiti majoris. Die Fascia carpea gibt der Endsehne den nötigen Halt.

Funktion: Beuger der Flügelspitze.

### **Musculus ulnometacarpalis ventralis (Abb. 11;12/23)**

Der bei der Taube zweiköpfige Muskel liegt der Ulna direkt auf. Ein Kopf entspringt fleischig am distalen Drittel des Ulnaschafts. Der zweite Kopf entspringt etwas weiter distal am Margo cranialis interosseus. Die beiden Köpfe treten nach kurzem Weg zusammen. Die kräftige Endsehne zieht zwischen dem M. flexor digitorum profundus und dem M. extensor longus digiti majoris über das Karpalgelenk auf die dorsale Seite des Flügels. Sie kreuzt die Endsehne des M. extensor longus alulae und den M. extensor metacarpi radialis, um am Os metacarpale alulare zu enden.

Funktion: Pronation der Flügelspitze.

**Musculus ectepicondylar-ularis**

Der Muskel ist der dem Unterarm am engsten anliegende Muskel. Er entspringt mit einer kräftigen Sehne etwas proximal des Epicondylus dorsalis humeri und verläuft parallel zur Ulna, ihr eng anliegend, auf deren dorsale Seite, wo er am Margo dorsalis ansetzt.

Funktion: Beuger des Ellbogengelenkes und Supinator des Unterarms.

**Musculus abductor alulae (Abb. 11;12/26)**

Dieser kleine Muskel besitzt zwei Köpfe. Das Caput dorsale entspringt auf der dorsalen Fläche des Os metacarpale alulare. Es verschmilzt mit dem ventralem Kopf, der aus der Endsehne des M. extensor metacarpi radialis hervorgeht, zu einem gemeinsamen Muskelbauch. Dieser zieht breitflächig zur Phalanx digiti alulae, wo er an deren distalen Drittel ansetzt.

Funktion: Der Muskel abduziert den ersten Finger.

**Musculus flexor alulae (Abb. 11;12/25)**

Der Musculus flexor alulae entspringt ventral am Os metacarpale alulare. Er liegt der Ventralfläche der Phalanx digiti alulae auf und inseriert an deren distalen Ende.

Funktion: Beuger des ersten Fingers.

**Musculus abductor digiti majoris (Abb. 9-12/16)**

Dieser Muskel weist zwei Köpfe auf. Der dorsale Kopf kommt vom Carpometacarpus und von der Phalanx digiti alulae. Er verschmilzt mit dem Caput ventrale, das am Os carpi radiale seinen Ursprung nimmt, zu einem gemeinsamen Muskelbauch. Dieser zieht, flankiert von den Sehnen des M. flexor digitorum profundus und superficialis, zu seinem Ansatz lateral an der Phalanx proximalis digiti majoris.

Funktion: Abductor des Digitus major.

**Musculus flexor digiti minoris (Abb. 9-12/27)**

Dieser kleine Muskel entspringt fleischig an der kaudalen Fläche des Os metacarpale minus in seiner distalen Hälfte. Er besitzt eine relativ große Ansatzfläche (ca. 2 mm). Vornehmlich fleischige Fasern inserieren distal am Ventralrand der Phalanx digiti minoris.

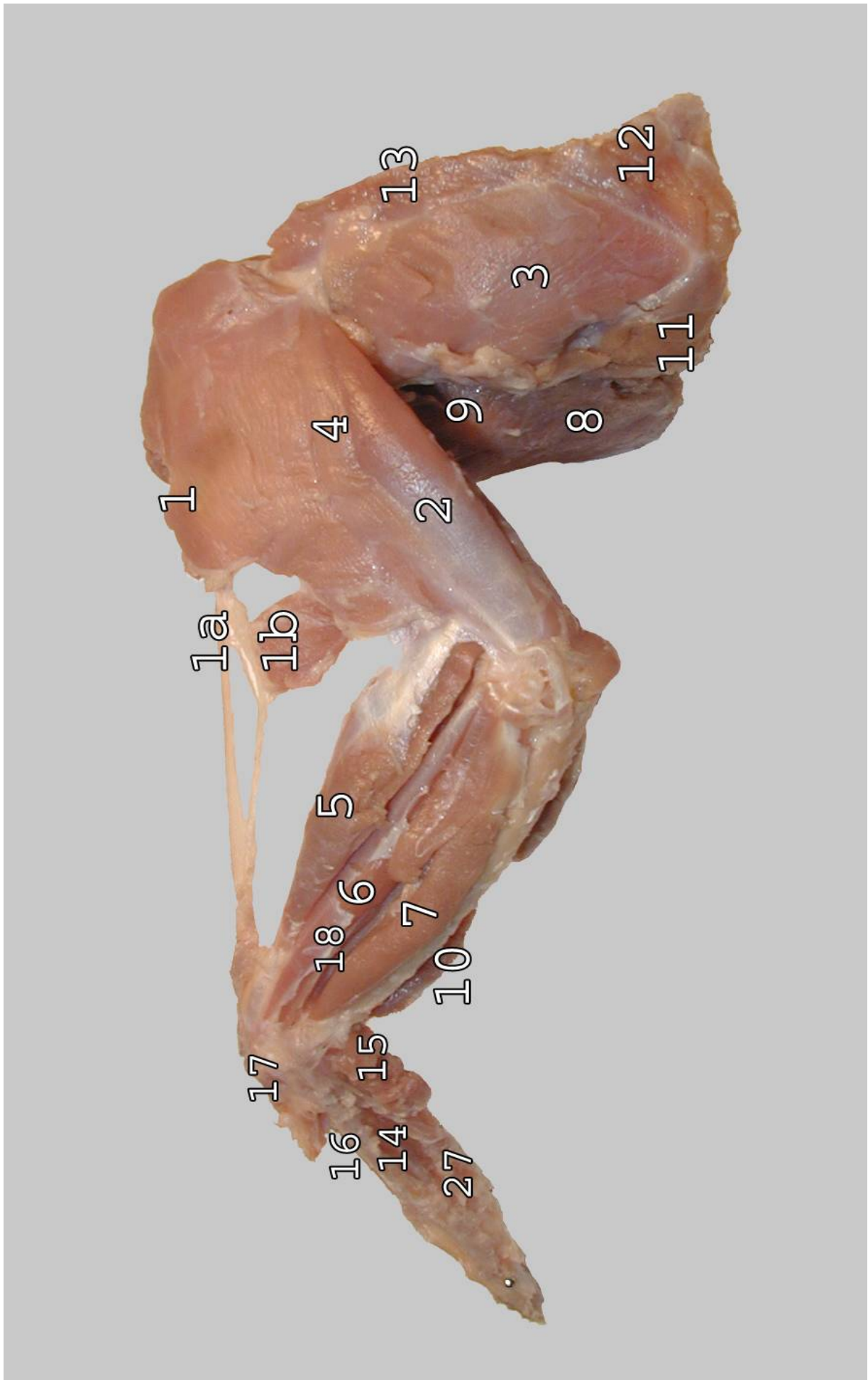
Funktion: Beuger des Digitus minor.

**Musculus interosseus ventralis (Abb. 11;12/24)**

Dieser gut entwickelte Muskel nimmt seinen Ursprung an einem bindegewebigen Septum im Spatium interosseum des Carpometacarpus. Die Endsehne zieht distal durch das Spatium interosseum auf die Dorsalseite des Flügels, um am kaudalen Rand der Phalanx digiti majoris zu enden.

Funktion: Beuger des Digitus major.

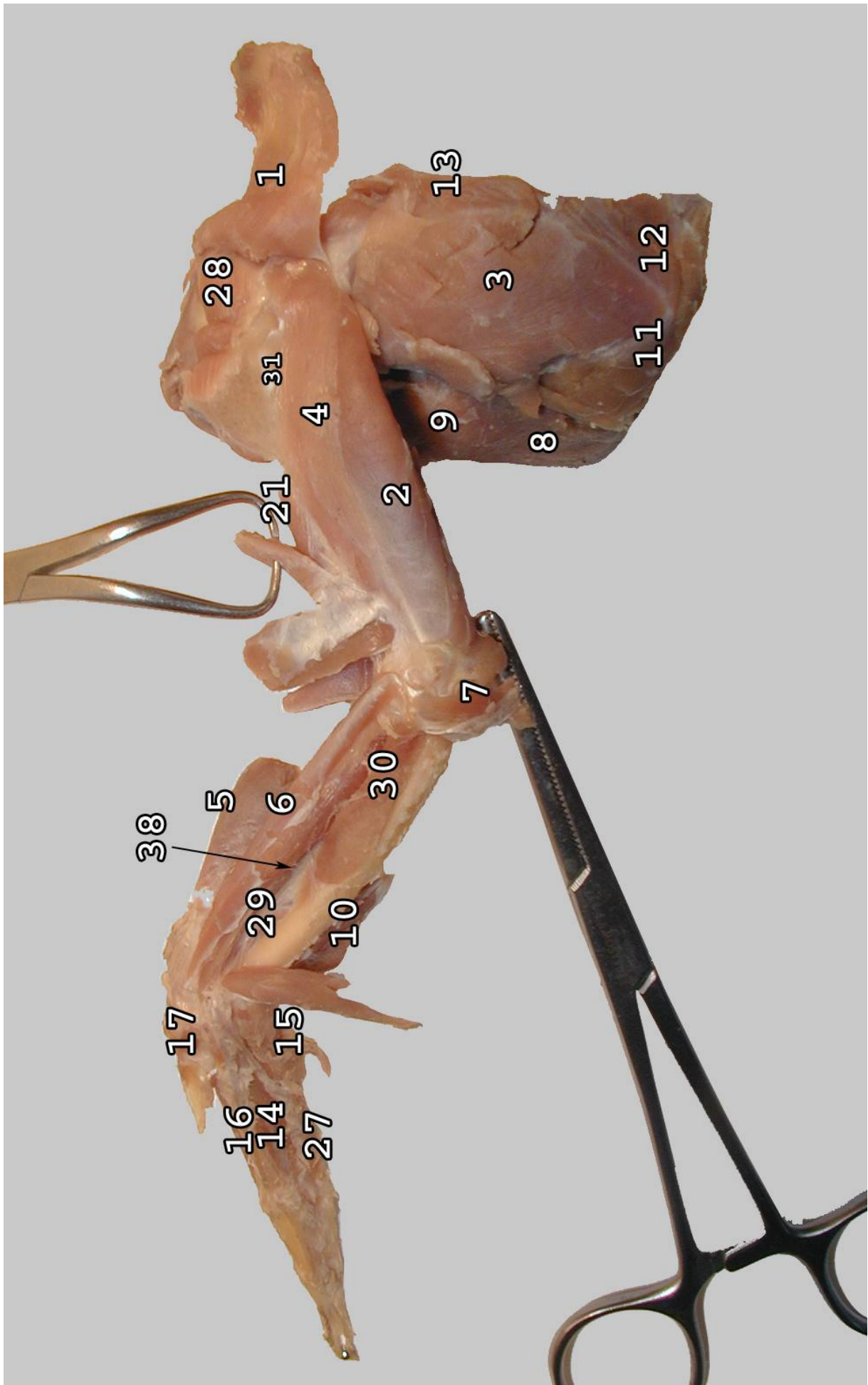




**Abbildung 9:**

Muskulatur des Flügels einer Ringeltaube: linker Flügel, Dorsalansicht, oberflächliche Schicht.

**1** M. deltoideus pars proptagialis; **1a)** Tendo longus; **1b)** Tendo brevis; **2** M. triceps brachii; **3** M. latissimus dorsi; **4** M. deltoideus pars major; **5** M. extensor metacarpi radialis; **6** M. extensor digitorum communis; **7** M. extensor metacarpi ulnaris; **8** M. pectoralis; **9** M. scapulohumeralis; **10** M. flexor carpi ulnaris; **11** M. serrati; **12** M. rhomboideus superficialis; **13** M. rhomboideus profundus; **14** M. interosseus dorsalis; **15** M. ulnometacarpalis dorsalis; **16** M. abductor digiti majoris; **17** M. extensor brevis alulae; **18** M. pronator profundus; **27** M. flexor digiti minoris



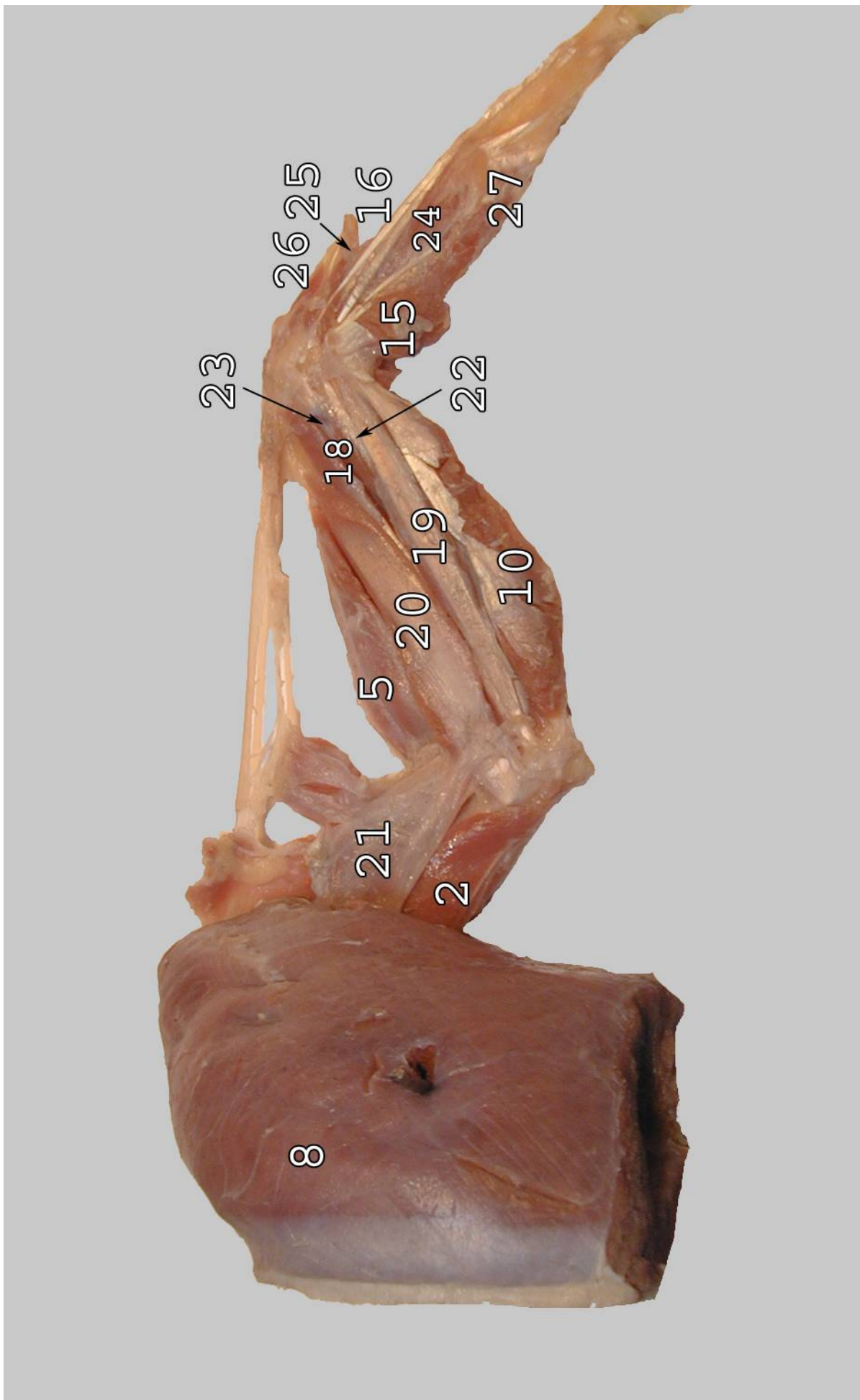


**Abbildung 10**

Muskulatur des Flügels einer Ringeltaube: linker Flügel, Dorsalansicht, tiefe Schicht.

Folgende Muskeln wurden durchtrennt und weggeklappt, um die tiefere Muskelschicht darzustellen: M. deltoideus pars propatagialis, M. extensor metacarpi radialis, M. biceps brachii, M. pronator superficialis und M. extensor metacarpi ulnaris.

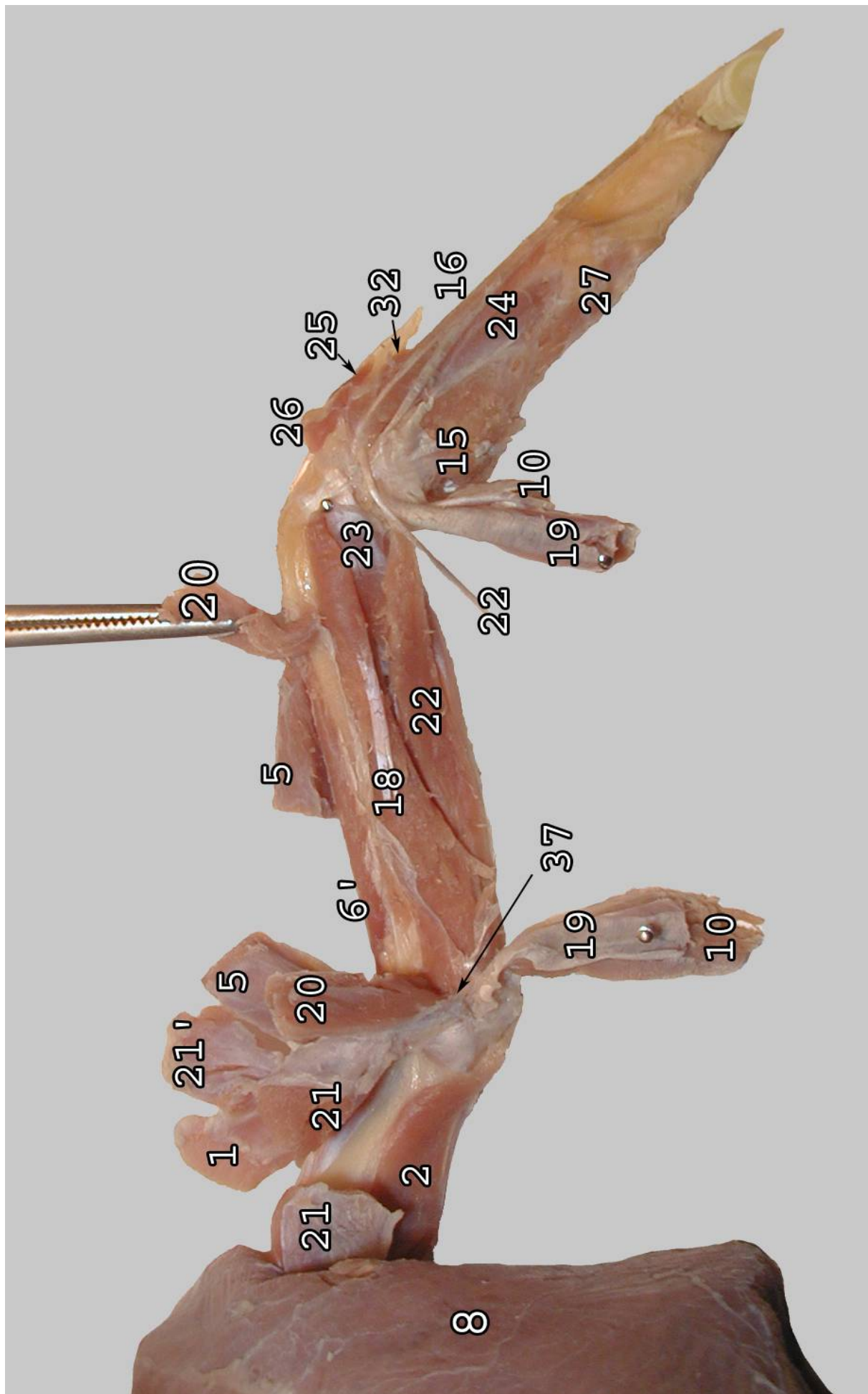
**1** M. deltoideus pars propatagialis; **2** M. triceps brachii; **3** M. latissimus dorsi; **4** M. deltoideus pars major; **5** M. extensor metacarpi radialis; **6** M. extensor digitorum communis; **7** M. extensor metacarpi ulnaris; **8** M. pectoralis; **9** M. scapulohumeralis; **10** M. flexor carpi ulnaris; **11** M. serrati; **12** M. rhomboideus superficialis; **13** M. rhomboideus profundus; **14** M. interosseus dorsalis; **15** M. ulnometacarpalis dorsalis; **16** M. abductor digiti majoris; **17** M. extensor brevis alulae; **21** M. biceps brachii; **27** M. flexor digiti minoris; **28** M. deltoideus pars minor; **29** M. extensor longus alulae; **30** M. supinator; **31** M. supracoracoideus; **38** M. extensor longus digiti majoris



**Abbildung 11**

Muskulatur des Flügels einer Ringeltaube: linker Flügel, Ventralansicht; oberflächliche Schicht.

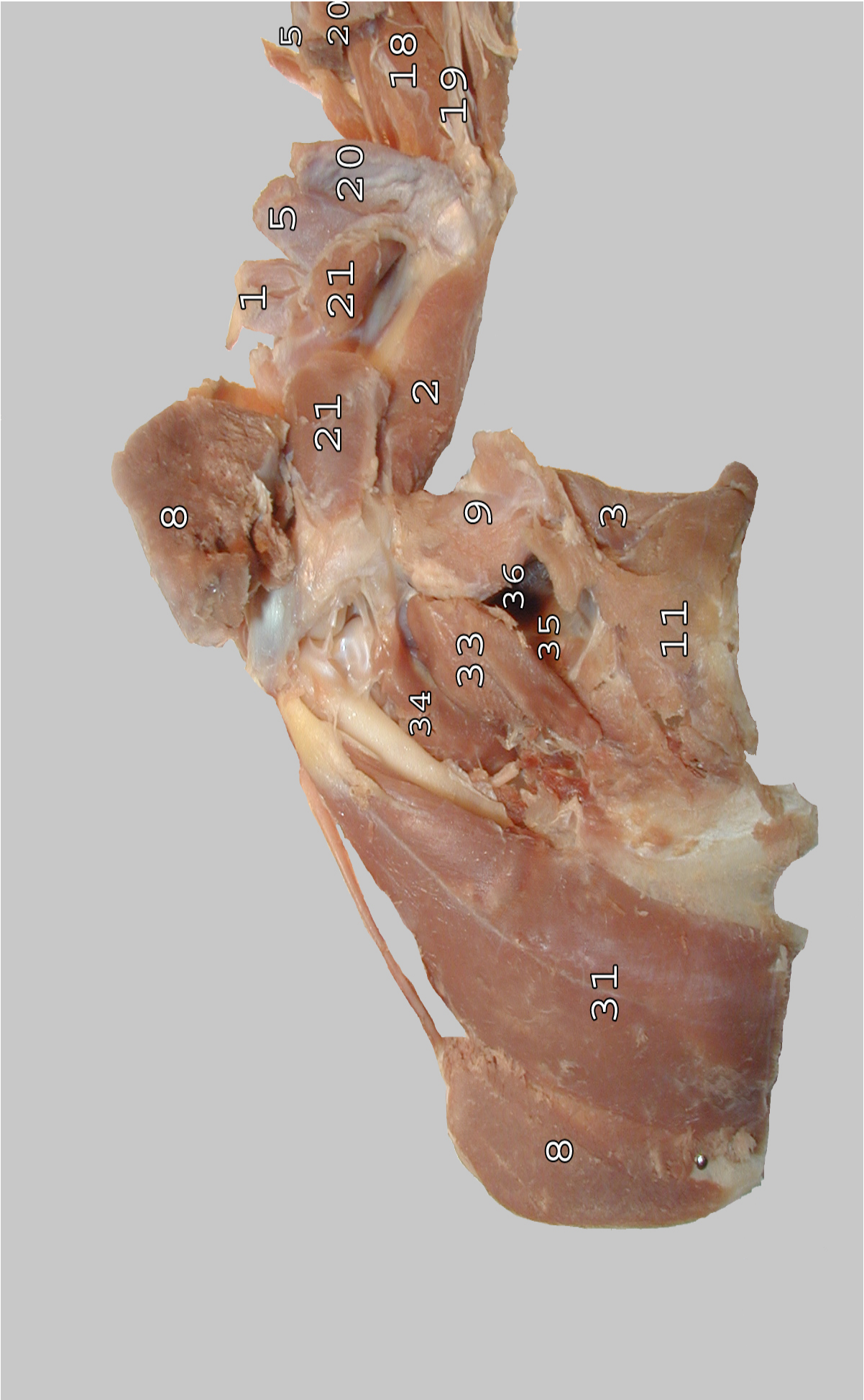
**2** M. triceps brachii; **5** M. extensor metacarpi radialis; **8** M. pectoralis; **10** M. flexor carpi ulnaris; **15** M. ulnometacarpalis dorsalis; **16** M. abductor digiti majoris; **18** M. pronator profundus; **19** M. flexor digitorum superficialis; **20** M. pronator superficialis; **21** M. biceps brachii; **22** M. flexor digitorum profundus; **23** M. ulnometacarpalis ventralis; **24** M. interosseus ventralis; **25** M. flexor alulae; **26** M. abductor alulae; **27** M. flexor digiti minoris



**Abbildung 12**

Muskulatur des Flügels einer Ringeltaube: linker Flügel, Ventralansicht, tiefe Schicht. Folgende Muskeln wurden durchtrennt und weggeklappt, um die tiefere Muskelschicht darzustellen: M. deltoideus pars propatagialis, M. extensor metacarpi radialis, M. biceps brachii, M. pronator superficialis, M. flexor carpi ulnaris, M. flexor digitorum superficialis und M. flexor digitorum profundus.

**1** M. deltoideus pars propatagialis; **2** M. triceps brachii; **5** M. extensor metacarpi radialis; **6'** M. extensor digitorum communis; **8** M. pectoralis; **10** M. flexor carpi ulnaris; **15** M. ulnometacarpalis dorsalis; **16** M. abductor digiti majoris; **18** M. pronator profundus; **19** M. flexor digitorum superficialis; **20** M. pronator superficialis; **21** M. biceps brachii; **21'** dorsaler Anteil des M. biceps brachii; **22** M. flexor digitorum profundus; **23** M. ulnometacarpalis ventralis; **24** M. interosseus ventralis; **25** M. flexor alulae; **26** M. abductor alulae; **27** M. flexor digiti minoris; **32** M. adductor alulae; **37** M. brachialis



**Abbildung 13**

Muskulatur des Schultergürtels einer Ringeltaube: linker Flügel, Ventralansicht.

Der M. pectoralis musste zu einem überwiegenden Teil entfernt werden, um die darunter liegende Schultergürtelmuskulatur darzustellen.

**1** M. deltoideus pars propatagialis; **2** M. triceps brachii; **3** M. latissimus dorsi; **5** M. extensor metacarpi radialis; **8** M. pectoralis; **9** M. scapulohumeralis; **11** M. serratus; **18** M. pronator profundus; **19** M. flexor digitalis superficialis; **20** M. pronator superficialis; **21** M. biceps brachii; **31** M. supracoracoideus; **33** M. coracobrachialis caudalis; **34** M. coracobrachialis cranialis; **35** M. subscapularis; **36** M. subcoracoideus

### 4.3 Blutgefäße des Flügels

Die Benennung der Blutgefäße richtet sich nach den Nomina Anatomica Avium (BAUMEL, 1993).

#### 4.3.1 Arteriell Gefäßsystem

Da das Untersuchungsmaterial von einem Jagdausübenden zur Auswertung überlassen wurde, waren die Flügel der Ringeltauben oft durch Schussverletzungen lädiert. Somit kamen viele unvollständige Gefäßausgüsse zustande. Schon die geringste Verletzung einer Arterie führt zu einem unvollständigen Ausguss, da die Ausgussflüssigkeit im Flügel versackt.

Ein weiteres Problem bei den Ausgüssen ist, die Stelle der Injektion fest zu legen. Man kann die Injektionsmasse schon ab der Arteria subclavia perfundieren, jedoch versackt dann die Flüssigkeit in dem aufgrund seiner Größe und Funktion sehr gut durchbluteten M. pectoralis. Zum anderen wird beim Absetzen des Flügels auch der M. pectoralis durchtrennt, was unvermeidbare Gefäßläsionen bedingt. Die Arteria axillaris ist im Gegensatz zum Säuger nur ein kleiner Seitenast der Arteria subclavia. Der Hauptstrom der Blutbahn führt in den Truncus pectoralis weiter und nicht in die relativ kleine Abzweigung der A. axillaris. Es war technisch schwer durchführbar, einen so hohen Druck zu erzeugen, das die Plastoidflüssigkeit am Truncus pectoralis vorbei in die Arteria axillaris injiziert wird und dann noch diesen Druck bis in die Flügelspitze zu erhalten. Dementsprechend war es also nur möglich, die Arterienaufzweigung in zwei Schritten als Ausguss darzustellen: Von der Aorta ascendens bis zum Truncus pectoralis und von der Arteria axillaris bis zur Flügelspitze.

#### Beschreibung der Arterien

Aus dem linken Ventrikel des Herzens entspringt die **Aorta ascendens** (Abb. 14/2). Sie bildet den **Arcus aortae** und entlässt den **Truncus brachiocephalicus dexter** und **sinister** (Abb. 14/4;6). Beide Trunci brachiocephalici geben jeweils eine **Arteria carotis communis** (Abb. 14/3) ab, die Kopf und Hals versorgen, und eine **Arteria subclavia** (Abb. 14/1), welche die Brustmuskulatur und die Flugmuskulatur speisen.



Die Arteria subclavia entlässt kraniodorsal des Processus costalis sterni je eine **Arteria sternoclavicularis** (Abb. 14/5;5'). Diese versorgt mit ihren nachfolgenden Ästen die Region von Brustbein, Schlüsselbein und Rabenschnabelbein. Etwas lateral davon gibt die Arteria subclavia die Arteria subclavia accessoria ab, diese versorgt die nahe liegende Schultergürtelmuskulatur. In der Achselhöhle zweigt die Arteria subclavia die schwächere **Arteria axillaris** (Abb. 14/7; Abb. 15/1) ab, sie ist für die Blutversorgung des Flügels zuständig. Anschließend geht die Arteria subclavia in den kräftigen **Truncus pectoralis** (Abb. 14/11) über. Dieser entlässt auf seinem weiteren Weg die **Arteria thoracica externa** (Abb. 14/9) zur Versorgung der Brustwand von außen. Von der ventralen Gefäßfläche gibt der Truncus pectoralis die feine **Arteria cutanea thoracoabdominalis** (Abb. 14/14) ab, die an die Unterhaut der Brust- und oberen Bauchregion zieht. Die **Arteria thoracica interna** (Abb. 14/10) entspringt der Dorsalwand des Truncus pectoralis und verzweigt sich kaudal an der Innenseite des Brustkorbes. Bei seinem weiteren Verlauf teilt sich der äußerst kräftige Truncus pectoralis in einen kranialen, mittleren und kaudalen Ast, die **Arteria pectoralis caudalis** (Abb. 14/13;15), **cranialis** (Abb. 14/12) und **media** (Abb. 14/13;16) zur Versorgung der Brustmuskulatur auf.

### Eigentliche arterielle Versorgung des Flügels

#### **Arteria axillaris (Abb. 14/7; Abb. 15/1)**

Die **Arteria axillaris** ist die Hauptarterie der Vorderextremität. Sie ist ein kraniolateraler Seitenast der A. subclavia und entlässt auf ihrem Weg durch die Achselhöhle einen feinen Ast, den Stamm der A. subscapularis und der A. supracoracoidea (Abb. 14/8), die auch die gleichnamigen Muskeln versorgen.

#### **Arteria brachialis (Abb. 14/17; Abb. 15/5)**

Nach dem Durchtritt in die Achselhöhle und der Abgabe des vorgenannten Stammes wird das Gefäß **A. brachialis** genannt. Diese entlässt ventral die **Arteria profunda brachii** (Abb. 15/2), die in die Tiefe der kaudalen Oberarmmuskulatur zieht und sie versorgt. Bereits nach einer kurzen Wegstrecke gibt sie die **Arteria circumflexa dorsalis humeri** (Abb. 15/18) und **ventralis humeri** (Abb. 15/17) ab. Diese ziehen sowohl dorsal und auch ventral um den Humerus herum und anastomosieren mit der

**Arteria profunda brachii.** Die Arteria profunda brachii teilt sich auf Höhe des distalen Drittel des Humerus in die **Arteria collateralis ulnaris** (Abb. 15/3) und in die **Arteria collateralis radialis** (Abb. 15/4). Die Arteria collateralis radialis zieht nach kranial und anastomosiert mit der **Arteria recurrens radialis** (Abb. 15/15), die von der **Arteria radialis** (Abb. 14/18; Abb. 15/8) abzweigt. Die Arteria collateralis ulnaris geht in die **Arteria recurrens ulnaris** über, die der Arteria ulnaris entstammt. Die Arteria brachialis entlässt die **Arteria bicipitalis** (Abb. 15/6) in der Höhe des Übergangs vom oberen zum mittleren Drittel des Humerus. Sie verläuft nach kranial, um das Propatagium und den kräftigen M. biceps brachii zu versorgen. Vor Erreichen des Ellbogengelenkes teilt sich die Arteria brachialis in die stärkere **Arteria radialis** und in die schwächere **Arteria ulnaris** auf.

### **Arteria radialis (Abb. 14/18; Abb. 15/8)**

Die **Arteria radialis** biegt kraniodistal in die Ellbogenbeuge und gibt dort nach kurzer Wegstrecke die **Arteria recurrens radialis** (Abb. 15/15) ab, die dann, wie oben beschrieben, mit der Arteria collateralis radialis (Abb. 15/4) anastomosiert. Zur Versorgung des Ellbogengelenkes tritt aus ihr die **Arteria cubitalis dorsalis** (Abb. 15/16) hervor. Noch vor Erreichen des Ellbogengelenkes gabelt sich die Arteria radialis in die **Arteria radialis superficialis** und in die **Arteria radialis profunda** auf.

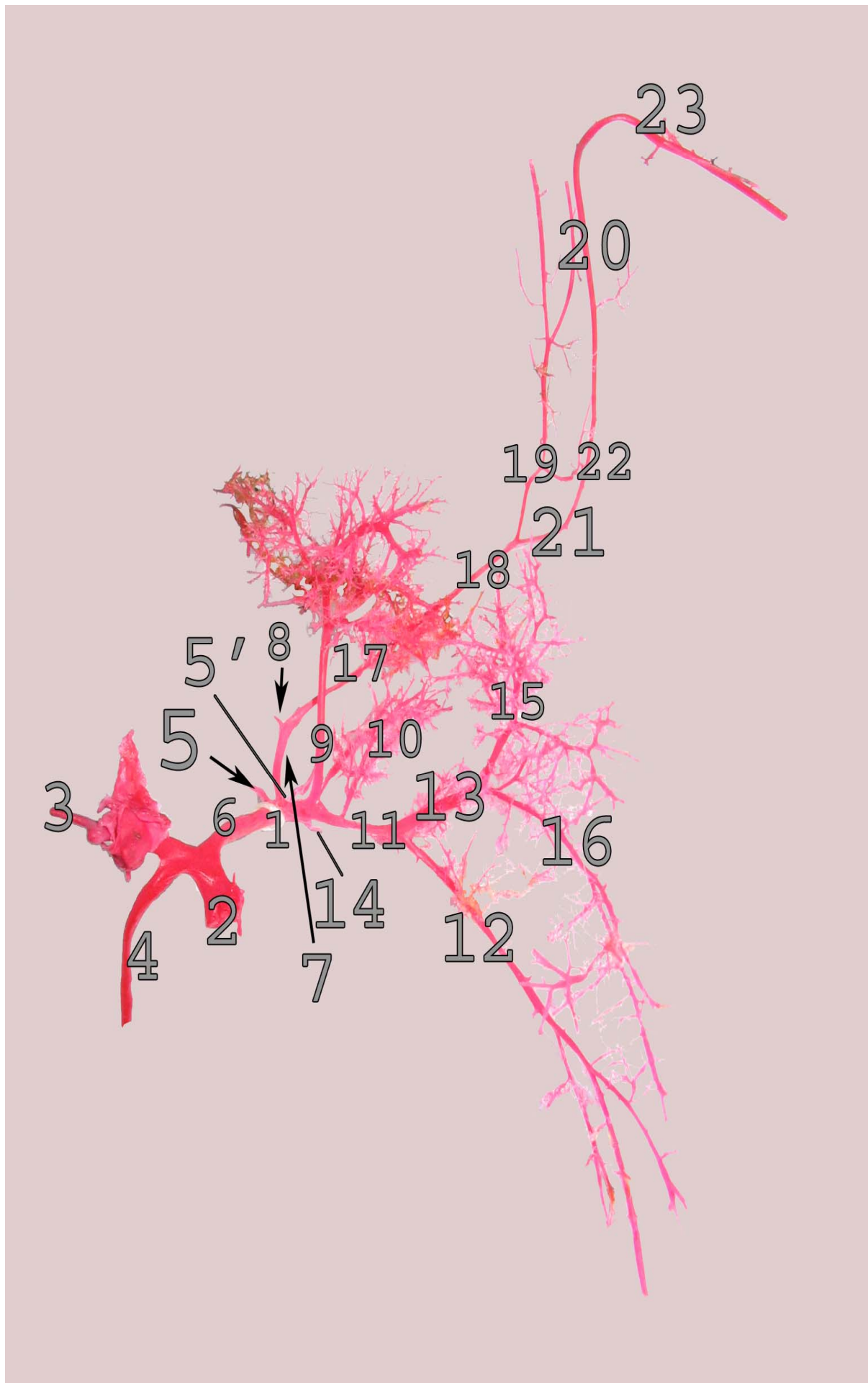
Die **Arteria radialis superficialis** (Abb. 15/9) begleitet den Radius dorsal. Während dieses Verlaufes gibt sie mehrere Rami propatagiales (Abb. 15/19) ab, die in die Arteriae propatagiales marginales übergehen. Folglich gehört das Propatagium zum Hauptversorgungsgebiet der Arteria radialis superficialis. Die verbleibende **Arteria radialis profunda** (Abb. 14/19; Abb. 15/10) verläuft am Kranialrand des Antebrachiums und zieht dorsal über das Karpalgelenk bis in die Hand. Mehrere Rami alulares versorgen die Phalanx alularis. Schon im proximalen Drittel des Unterarms entsendet die Arteria radialis profunda durch Radius und Ulna hindurch die Aa. interosseae (Abb. 14/20; Abb. 15/7), die bis in die Flügelspitze die Schwungfederpapillen versorgen. Von den Aa. interosseae, die nach dorsal ziehen, geht auch die **Arteria antebrachialis dorsalis caudalis** (Abb. 15/21) hervor. Sie zieht dorsal über das Antebrachium und das Karpalgelenk. Nach der Übertretung des Karpalgelenkes wird sie zum **Ramus metacarpalis dorsalis** (Abb. 15/20) und entlässt, ebenso wie der distale Anteil der Arteria radialis profunda, Rami alulares zur Versorgung der Phalanx alularis.

**Arteria ulnaris (Abb. 14/21; Abb. 15/11)**

Die **Arteria ulnaris** geht nach der Abgabe der Arteria radialis aus der Arteria brachialis hervor. Nach Abzweigung der feinen **Arteria ulnaris profunda** (Abb. 15/21) zieht als Hauptgefäß die **Arteria ulnaris superficialis** (Abb. 14/22; Abb. 15/13) weiter. Sie verläuft distal auf dem Ventralrand der Ulna. Die oberflächliche und tiefe Arteria ulnaris stehen durch zahlreichen Anastomosen miteinander in Verbindung. Diese feinen Anastomosen dienen der Versorgung der Federpapillen.

**Arteria metacarpalis interossea (Abb. 14/23; Abb. 15/14)**

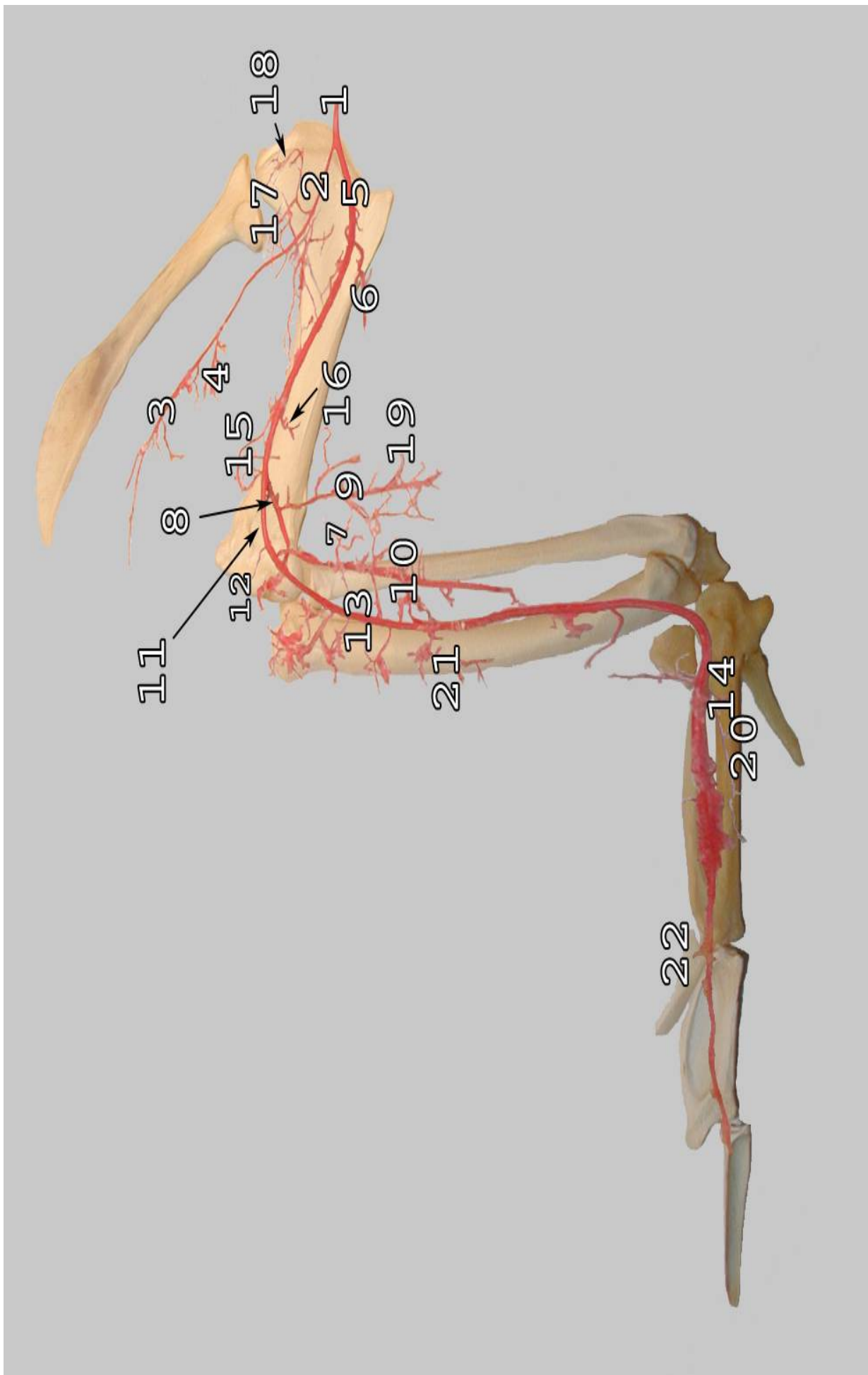
Aus der Arteria ulnaris superficialis geht die **Arteria metacarpalis interossea** hervor. Sie gibt Rami metacarpales ventrales nach ventral ab. Während ihres Verlaufes zur Flügelspitze wechselt sie im Spatium interosseum auf die dorsale Seite, um an der Phalanx proximalis wiederum nach ventral zurückzukehren. Während dieses Verlaufes werden feine Äste an die Federpapillen abgegeben. Diese bilden arkadenförmige Arteriae postpatagiales marginales für deren Versorgung. Mit dem Technovit®-Verfahren waren diese zarten Gefäße nicht darstellbar. Ab der Phalanx proximalis digiti majoris teilt sich die Arteria metacarpalis interossea in **Rami digitales** (Abb. 15/22) auf, die die Flügelspitze versorgen.



**Abbildung 14:**

Ausguss des arteriellen Gefäßsystems des Flügels einer Ringeltaube mittels Technovit® 7143: linker Flügel, ventromediale Ansicht.

**1** A. subclavia; **2** Aorta ascendens; **3** A. carotis communis sinister; **4** Truncus brachiocephalicus dexter; **5** A. sternoclavicularis; **5'** A. sternoclavicularis accessoria; **6** Truncus brachiocephalicus sinister; **7** A. axillaris; **8** Stamm der A. subscapularis und der A. supracoracoidea; **9** A. thoracica externa; **10** A. thoracica interna; **11** Truncus pectoralis; **12** A. pectoralis cranialis; **13** Stamm der A. pectoralis caudalis und A. pectoralis media; **14** A. cutanea thoracoabdominalis; **15** A. pectoralis caudalis; **16** A. pectoralis media; **17** A. brachialis; **18** A. radialis; **19** A. radialis profunda; **20** A. interossea dorsalis; **21** A. ulnaris; **22** A. ulnaris superficialis; **23** A. metacarpalis interossea



**Abbildung 15:**

Ausguss des arteriellen Gefäßsystems des Flügels einer Ringeltaube mittels Technovit® 7143: linker Flügel, Ventralansicht.

**1** A. axillaris; **2** A. profunda brachii; **3** A. collateralis ulnaris; **4** A. collateralis radialis; **5** A. brachialis; **6** A. bicipitalis; **7** A. interossea dorsalis; **8** A. radialis; **9** A. radialis superficialis; **10** A. radialis profunda; **11** A. ulnaris; **12** A. ulnaris profunda **13** A. ulnaris superficialis; **14** A. metacarpalis interossea; **15** A. recurrens radialis; **16** A. cubitalis dorsalis; **17** A. circumflexa ventralis humeri; **18** A. circumflexa dorsalis humeri; **19** Rami proapatagialis; **20** Rami metacarpales dorsales; **21** A. antebrachii dorsalis caudalis; **22** Rami digitales

### 4.3.2 Venöses Gefäßsystem

Für die Darstellung der venösen Blutgefäße am Flügel wurde Mercor<sup>®</sup> verwendet. Mehrere Versuche, die Venen mit dem weitaus preisgünstigeren Technovit<sup>®</sup> zu perfundieren, scheiterten an der Viskosität der Injektionsmasse. Beim Injizieren gegen den Druck der Venenklappen härtete sie schon vor der Verteilung im venösen System aus oder die Befestigung der Injektionshilfe löste sich, so dass nur unvollständige Ausgüsse entstanden. Zur Darstellung wurde dann auf Mercor<sup>®</sup> zurückgegriffen, dessen Fließeigenschaften so beschaffen sind, dass man es mit großem Druck gegen die Venenklappen injizieren kann, ohne dass es aushärtet oder die Venen blockiert. Der Nachteil bei dieser Methode ist einerseits der hohe Preis und andererseits die Kapillargängigkeit. Durch sie versackt die Flüssigkeit in den Kapillaren und bildet ein Netzwerk, welches nicht nur die großen Blutgefäße darstellt, sondern auch die feinen der Muskeln und des Bindegewebes. Diese müssen nach der Mazeration wieder entfernt werden, um den Blick auf die großen Gefäße freizugeben.

#### Beschreibung der Venen

Wie alle Vögel besitzt die Ringeltaube zwei **Venae cavae craniales**. Aus jeder Vena cava cranialis geht eine **Vena jugularis** hervor, die dann jeweils als **Vena subclavia** durch die Brustwand tritt und mit den zugehörigen Arterien den Flügel und die Brustregion erreicht. Hier zweigt sie sich in die **Vena axillaris** und in den **Truncus pectoralis** auf. Der Truncus pectoralis biegt auf die Thoraxaußenseite um. Für die weitere Beschreibung der Blutversorgung des Flügels ist der Verlauf der Vena axillaris von Interesse. Proximal am Corpus humeri zweigt sie sich in die paarigen, schwächeren Venae brachiales, die kräftige Vena basilica und in die mittelstarke Vena profunda brachii auf.



## Eigentliche venöse Versorgung des Flügels

### **Venae brachiales (Abb. 16/1)**

Die paarigen **Venae brachiales** laufen parallel zur gleichnamigen Arterie an der ventralen Seite des Humerus. Nach kurzer Strecke zweigt sich nach kranial die **Vena circumflexa humeri ventralis** (Abb. 16/4) ab. Diese windet sich einmal um den Humerushals herum und geht in die **Vena circumflexa humeri dorsalis** (Abb. 16/3) über. Letztlich anastomosiert sie mit der **Vena profunda brachii**. Die Venae brachiales verlaufen weiter nach distal auf die Kranialfläche des Humerus und entlassen die **Vena bicipitalis** (Abb. 16/5). Aus dieser entspringt nach dorsal die **Vena cutanea propatagialis** (Abb. 16/6). Sie führt das Blut aus dem Propatagium. Die paarig angelegten Venae brachiales gehen im Bereich des Ellbogengelenks in die **Vena ulnaris** über.

### **Vena profunda brachii**

Die **Vena profunda brachii** verläuft ventral entlang des Humerus und zieht nach kranial. Sie überquert die **Vena basilica (16/2)** und gibt proximal am Margo caudalis des Humerus die **Vena circumflexa humeri dorsalis** (Abb. 16/3) ab. Diese anastomosiert mit der **Vena circumflexa humeri ventralis** (Abb. 16/4). Weiter begleitet sie die **Vena collateralis radialis** ein Stücklang und gibt die **Vena collateralis ulnaris** ab. Die Vena collateralis radialis verbindet sich mit der **Vena radialis** (Abb. 16/8). Die Vena collateralis ulnaris vereint sich in Höhe des Ellbogens mit der **Vena ulnaris profunda** (Abb. 16/11).

### **Vena basilica (Abb. 16/2)**

Die **Vena basilica** verläuft parallel, etwas kaudal zu den Venae brachiales, auf der medialen Flügelseite. Oberhalb des Ellbogengelenks teilt sie sich auf in die **Vena ulnaris** (Abb. 16/10) und in die **Vena radialis** (Abb. 16/8).

### **Vena ulnaris (Abb. 16/8)**

Die **Vena ulnaris** gibt, bevor sie sich in die **Vena ulnaris superficialis** (Abb. 16/12) und in die **Vena ulnaris profunda** (Abb. 16/11) aufteilt, die **Vena cubitalis ventralis**

(Abb. 16/21) ab. Sie führt das Blut aus dem Ellbogengelenk ab. Etwas weiter distal münden die Venae brachiales in sie ein.

### **Vena radialis (Abb. 16/8)**

Sobald die Vena radialis kranial über das Ellbogengelenk getreten ist, teilt sie sich in die **Vena radialis profunda** und die **Vena radialis superficialis** auf.

### **Vena radialis superficialis (Abb. 16/7)**

Die **Vena radialis superficialis** verläuft parallel zum Radius, etwas kranial davon. Das schwache Gefäß endet in der Mitte des Radius.

### **Vena radialis profunda (Abb. 16/9)**

Die **Vena radialis profunda** ist der stärkere Ast der beiden Radialisvenen. Sie verläuft etwas weiter kaudal, parallel zur oberflächlichen Vene. Nachdem sie den proximalen Anteil des Radius passiert hat, gibt sie mehrere feine **Venae interosseae dorsales** (Abb. 16/13) ab. Diese führen durch das Spatium interosseum auf die dorsale Seite, wo sie als **Venae antebrachiales caudales** die Federkiele versorgen. Sie vereinigen sich mit den **Venae postpatagiales**, die aus der Vena ulnaris profunda entspringen. Auf Höhe des Handgelenkes, auf der ventralen Seite, teilt sich die Vena radialis profunda. Ein Ast verläuft nach kranial und versorgt das Karpalgelenk und den Digitus alularis. Der andere Ast geht als **Vena carpalis ventralis** (Abb. 16/18) nach kaudal ab und anastomosiert mit der Vena ulnaris profunda.

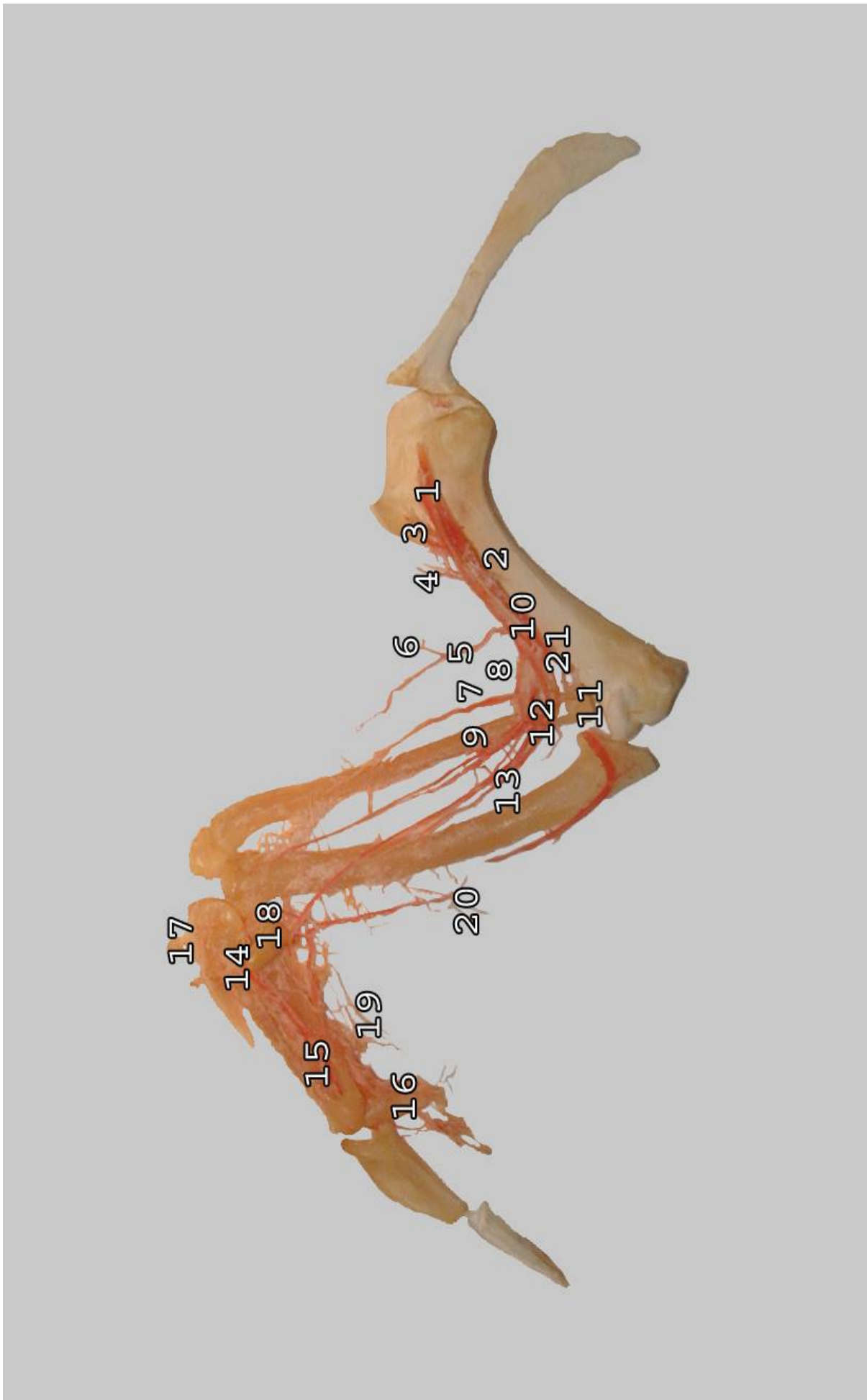
### **Vena ulnaris superficialis (Abb. 16/12)**

Die **Vena ulnaris superficialis** ist paarig ausgebildet. Sie verläuft mit der Arteria ulnaris superficialis parallel entlang der Ulna und überquert das Spatium interosseum antebrachii nach distal. Im distalen Drittel der Ulna vereinigen sich die beiden Gefäße. Die gemeinsame Vene zieht weiter unterhalb des Karpalgelenks zum Karpometakarpus und geht als **Vena metacarpalis interossea** (Abb. 16/14) im Spatium intermetacarpale in die Endausläufer der **Vena ulnaris profunda** (Abb. 16/11) über. Hier werden mehrere **Radices postpatagiales** (Abb. 16/19) für die

Versorgung der Federfollikel abgegeben. Im Bereich der Phalanx proximalis digiti majoris entlassen mehrere feine **Venae metacarpales ventrales** (Abb. 16/15) die **Venae digitales** (Abb. 16/16), die an der Phalanx distalis digiti majoris enden und die Flügelspitze versorgen.

### **Vena ulnaris profunda (Abb. 16/11)**

Die **Vena ulnaris profunda** überquert das Ellbogengelenk und verläuft parallel zur Arteria ulnaris profunda, kaudal der Ulna anliegend, nach distal. Sie gibt mehrere **Venae postpatagiales marginales** (Abb. 16/20) ab, die die Federfollikel versorgen. Weiter nach distal verläuft sie unterhalb des Karpalgelenks entlang des Karpometakarpus und vereinigt sich auf Höhe des Spatium intermetacarpale mit der Vena ulnaris superficialis.



**Abbildung 16:**

Ausguss des venösen Gefäßsystems des Flügels einer Ringeltaube mittels Mercor<sup>®</sup>: rechter Flügel, Ventralansicht.

**1** Vv. brachiales; **2** V. basilica; **3** V. circumflexa humeri dorsalis; **4** V. circumflexa humeri ventralis; **5** V. bicipitalis; **6** V. cutanea propatagialis; **7** V. radialis superficialis; **8** V. radialis; **9** V. radialis profunda; **10** V. ulnaris; **11** V. ulnaris profunda; **12** V. ulnaris superficialis; **13** V. interossea dorsalis; **14** V. metacarpalis interossea; **15** Vv. metacarpales ventrales; **16** Vv. digitales; **17** Vv. metacarpales dorsales; **18** V. carpalis ventralis et V. carpalis dorsalis; **19** Radices postpatagiales; **20** V. postpatagialis marginalis; **21** V. cubitalis ventralis

## 4.4 Nerven des Flügels

Bei der Beschreibung der Nerven werden die Termini technici der Nomina Anatomica Avium (DUBBELDAM, 1993) verwandt.

### Plexus brachialis

Der Plexus brachialis, das Armgeflecht, ist für die Innervation des Flügels und des Schultergürtels zuständig. Er setzt sich aus den Rami ventrales der Nn. spinales XI bis XV zusammen, den Spinalnerven der letzten beiden Halssegmente und der ersten drei Brustsegmente der Medulla spinalis. Die Wurzeln des Plexus brachialis verbinden sich zu drei Stämmen, den Trunci plexus. Sie tauschen untereinander Fasern aus und entlassen einen Fasciculus dorsalis und einen Fasciculus ventralis.

### Nerven des Schultergürtels

Dem kranialen Bereich des Armgeflechts, den Ventralästen der letzten beiden Halsmarksegmente, entspringen Nerven, welche die Stabilisatoren der Schultergürtelmuskulatur versorgen (Mm. rhomboidei superficialis et profundus, Mm. serrati superficialis et profundus). Die Nervi supracoracoideus, subcoracoscapularis und subscapularis versorgen die entsprechenden Muskeln (Mm. supracoracoideus, subcoracoscapularis und subscapularis). Sie entspringen als erste Nervenäste aus dem Fasciculus dorsalis. Der N. pectoralis, der die Brustmuskulatur versorgt, zweigt von den ersten kräftigen Ästen des Fasciculus ventralis ab.

#### 4.4.1 Nerven des Oberarms

Die Nerven für die Versorgung des freien Flügels entstammen dem **Fasciculus dorsalis** und dem **Fasciculus ventralis**.

Der Fasciculus dorsalis entlässt Nerven, welche die Strecker der Ellbogen-, Karpal- und Fingergelenke und Heber des Humerus versorgen.

Als proximalster Ast trennt sich aus dem Fasciculus dorsalis der **N. musculi latissimus dorsi** (Abb. 17/3) ab. Er entsteht aus der Ansa dorsalis, zieht zum M. latissimus dorsi und versorgt diesen. Fast auf derselben Höhe geht nach dorsal der

**N. axillaris** (Abb. 17/2) ab. Er entspringt ebenfalls aus der Ansa dorsalis, zieht nach dorsal am Kaudalrand des M. latissimus dorsi entlang und versorgt das Schultergelenk und die Mm. deltoidei minor und major.

#### **Nervus radialis (Abb. 17/1)**

Der **N. radialis** bildet die direkte Fortsetzung des Fasciculus dorsalis. Er zieht von kaudal, direkt dem Humerus anliegend, nach dorsal über ihn hinweg. Weiter distal tritt er in die kraniodorsale Unterarmmuskulatur. Bevor er das Ellbogengelenk überquert, entlässt er nach dorsal den **N. propatagialis dorsalis** (Abb. 17/4), der ins Propatagium zieht.

#### **Nervus medianoulnaris (Abb. 19/3)**

Der **N. medianoulnaris** ist die direkte Fortsetzung des Fasciculus ventralis. Er verläuft medial am Oberarmknochen, unterhalb des M. biceps brachii, nach distal. Im Bereich des Collum humeri zweigt sich zunächst der **N. musculi coracobrachialis** von ihm ab. Etwas weiter distal entlässt er nach ventral den **N. bicipitalis** (Abb. 19/6), der den M. biceps brachii versorgt. Anschließend entspringt der **Nervus propatagialis ventralis** (Abb. 19/2), der das Propatagium an der ventralen Seite innerviert.

An der Extremitas distalis humeri, in Höhe des Ellbogengelenkes, verzweigt sich der N. medianoulnaris in den **Nervus ulnaris** (Abb. 19/4) und in den **Nervus medianus** (Abb. 19/5).

### **4.4.2 Nerven des Unterarms**

#### **Nervus radialis (Abb. 17/1)**

Nach Überqueren des Ellbogengelenkes gibt der N. radialis den **Nervus cutaneus antebrachialis dorsalis** (Abb. 17/4) ab. Dieser verläuft entlang des Unterarms auf dem Musculus extensor carpi radialis bis hin zum Karpalgelenk und innerviert die Strecker und die Hautpartien des Unterarms.

Distal des Ellbogengelenkes teilt sich der Nervus radialis in den **Ramus superficialis** (Abb. 17/6; Abb. 18/6) und in den **Ramus profundus** (Abb. 17/7; Abb. 18/7). Der schwächere Ramus superficialis entlässt Rami musculares, verläuft bis zum Os carpi ulnare und gibt immer wieder kleine Äste für die Federbälge der Armschwingen und **Rami postpatagiales** nach kaudal ab. Der kräftigere Ramus profundus teilt sich in Höhe des Karpalgelenkes in den **Ramus alularis** und in die **Nn. metacarpales dorsales** auf (Abb. 18/8+9). Auch die Nn. metacarpales dorsales entsenden Rami postpatagiales und erreichen mit ihren Rami digitales die Flügelspitzen.

### **Nervus medianus (Abb. 19/5)**

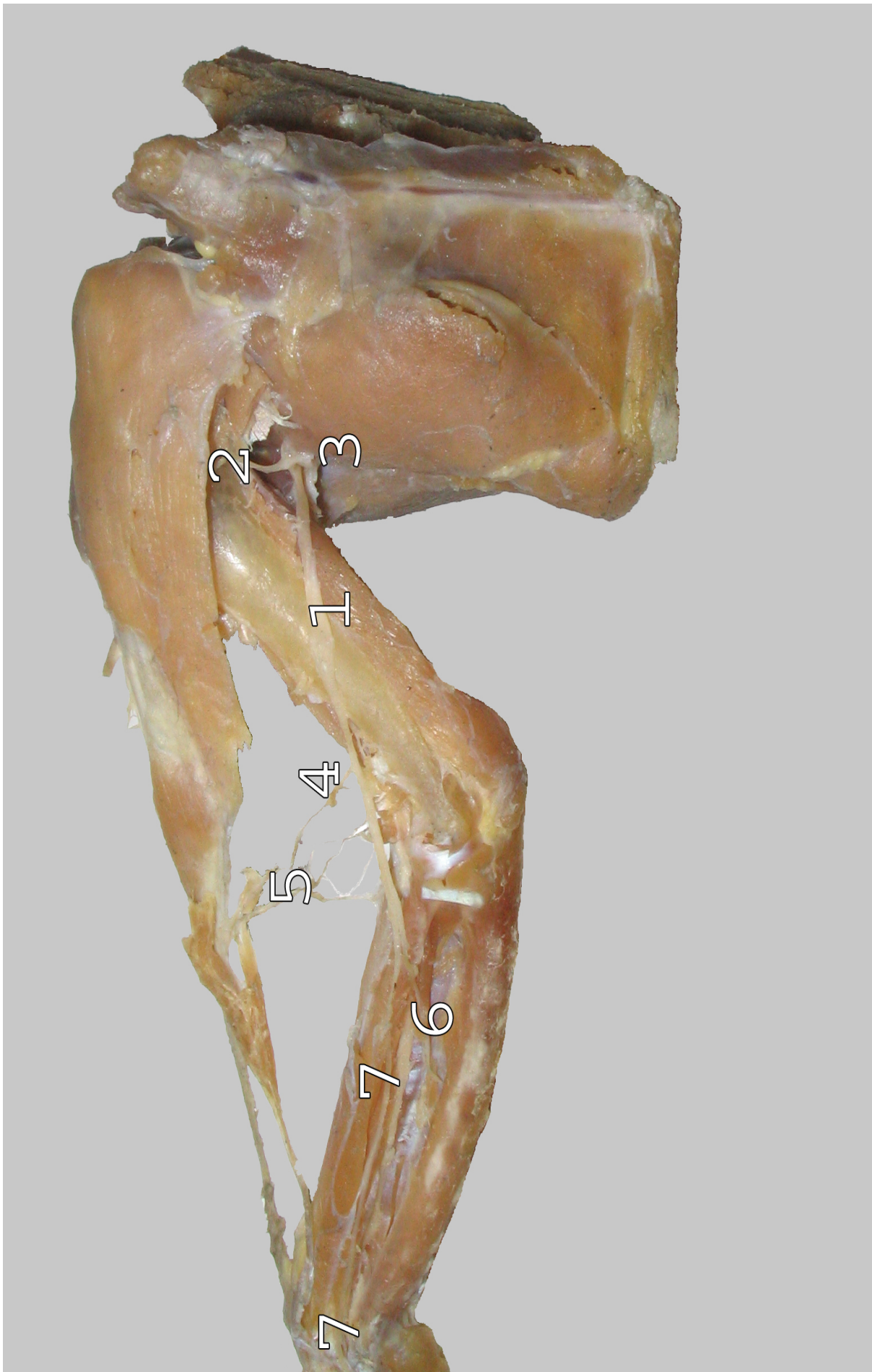
Der **N. medianus** teilt sich vor der Überquerung des Ellbogengelenks in einen **Ramus superficialis** (Abb. 19/8) und einen **Ramus profundus** (Abb. 19/7). Der Ramus superficialis verläuft parallel zum Radius oberhalb des M. flexor digitorum. Der tiefe Ast verläuft parallel zum oberflächlichen unterhalb des gleichen Muskels. Auf ihrem Weg zum Karpalgelenk entlassen beide Äste Fasern an die Beugemuskeln am Unterarm, außer für den M. flexor carpi ulnaris. Der Ramus profundus zieht zwischen dem Radius und der A. radialis profunda nach distal, versorgt einen Großteil der kleinen Muskeln am Metacarpus und endet in den **Nn. metacarpales ventrales** (Abb. 19/11) mit **Rami postpatagiales** und **Rami digitales**. Der Ramus superficialis wird von der A. ulnaris begleitet und endet im Bereich des Karpus.

### **Nervus ulnaris (Abb. 19/4)**

Der **Nervus ulnaris** zieht ventral über die Streckseite des Ellbogengelenks. Er gibt den **Nervus cutaneus antebrachialis ventralis** ab, der die Haut an der Unterseite des Ellbogengelenks versorgt. In Höhe des Ellbogengelenkes teilt er sich in den **Ramus caudalis** (Abb. 19/9) und in den **Ramus cranialis** (Abb. 19/10). Der Ramus caudalis ist der Stärkere dieser beiden Zweige. Er verläuft kaudal an der Ulna entlang nach distal zum Karpalgelenk und entlässt währenddessen **Rami postpatagiales**. Am Carpometacarpus geht er in **Rami metacarpales** (Abb. 19/11) über. Der Ramus cranialis liegt unterhalb des M. flexor carpi ulnaris und innerviert den M. flexor digitorum superficialis. Im Bereich des Carpometacarpus innerviert er den M. interosseus ventralis und den M. flexor digiti minoris. Er endet ebenfalls in



Rami metacarpales, die zusammen mit jenen aus dem Ramus caudalis Gelenke und Haut ventral an der Flügelspitze innervieren.

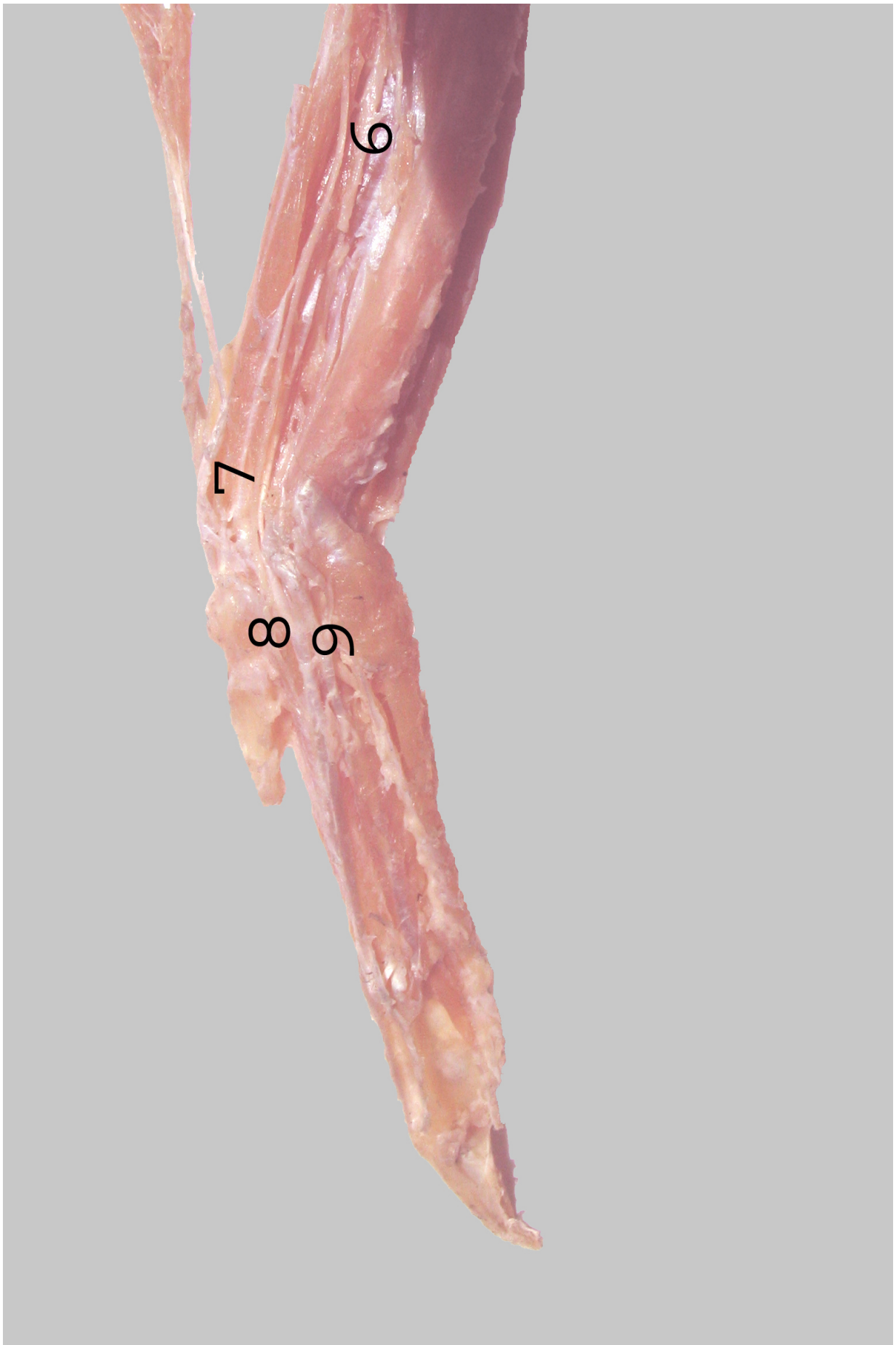


**Abbildung 17:**

Innervation des Oberarms einer Ringeltaube: linker Flügel, Dorsalansicht.

Folgende Muskeln wurden entfernt, um die Nerven und ihre Aufzweigungen darzustellen: M. triceps brachii, M. deltoideus major, M. extensor metacarpi ulnaris, M. extensor metacarpi radialis, M. extensor digitorum communis und der M. flexor carpi ulnaris.

**1** N. radialis; **2** N. axillaris; **3** N. m. latissimus dorsi; **4** N. propatagialis dorsalis; **5** N. cutaneus antebrachialis dorsalis; **6** Ramus superficialis des N. radialis; **7** Ramus profundus des N. radialis



**Abbildung 18:**

Innervation der Hand einer Ringeltaube; linker Flügel, Dorsalansicht.

**6** Ramus superficialis des N. radialis; **7** Ramus profundus des N. radialis; **8 +9** Nn. metacarpales dorsales



**Abbildung 19:**

Innervation des Flügels einer Ringeltaube; rechter Flügel, Medialansicht.

Folgende Muskeln wurden entfernt oder durchtrennt und weggeklappt, um die Nerven und ihre Aufzweigungen darzustellen: M. deltoideus pars propatagialis, M. extensor metacarpi radialis, M. flexor carpi ulnaris, M. pronator profundus, M. flexor digitalis superficialis, M. pronator superficialis, M. biceps brachii und der M. flexor digitalis profundus.

**2** N. propatagialis ventralis; **3** N. medianoulnaris; **4** N. ulnaris; **5** N. medianus; **6** N. bicipitalis; **7** Ramus profundus des N. medianus; **8** Ramus superficialis des N. medianus; **9** Ramus caudalis des N. ulnaris; **10** Ramus cranialis des N. ulnaris; **11** Nn. metacarpales

## 4.5 Federn

Bei der Beschreibung der Federn werden die Termini technici der Nomina Anatomica Avium (CLARK, 1993) verwandt.

### 4.5.1 Federn des Flügels

Die Befiederung des Flügels besteht aus Federn des Eckfittichs (*Remiges alulares*), der Handschwinge (*Remiges primarii*), der Armschwinge (*Remiges secundarii*) und deren Deckfedern (*Tectrices alae*).

Der **Eckfittich** (Abb. 20/15) besteht aus vier Federn, die dem Digitus alularis am proximalen Ende des Flügels entspringen. Die **Handschwinge** (Abb. 20/1-10; 21/1-10) besteht aus zehn Federn. Sie setzen am Digitus major und am Carpometacarpus an. Die Handschwingefedern werden auf der dorsalen Flügelfläche von drei Reihen Deckfedern bedeckt. Die unterste Reihe Deckfedern, *Tectrices primarii dorsales majores* (Abb. 20/12) wird von der zweiten Reihe Deckfedern, *Tectrices primarii dorsales mediae* (Abb. 20/13), bedeckt, diese wiederum von mehreren Reihen kleiner Handschwingendeckfedern, *Tectrices primarii dorsales minores* (Abb. 20/14). Auf der ventralen Flügelfläche sind die Verhältnisse gleich, die lateinischen Begriffe der Benennung der Deckfedern ändern sich dementsprechend (*Tectrices primarii ventrales majores, mediae et minores*) (Abb. 21/12-14). Die **Axialfeder** (Abb. 20/11; 21/11), *Remex carpalis*, die kürzer als Hand- oder Deckschwingefedern ist und im Bereich des Handgelenks ansetzt, trennt die Handschwingefedern von den Armschwingefedern. Die **Armschwinge** (Abb. 20/1a-11a; 21/1a-11a) besteht aus elf Federn. Sie setzen ausnahmslos an der Ulna an. Auch die Armschwinge werden auf der dorsalen Flügelfläche an ihrem basalen Anteil von drei Reihen Deckfedern bedeckt. Die unterste Reihe Deckfedern, *Tectrices secundarii dorsales majores* (Abb. 20/12a), wird von der zweiten Reihe Deckfedern, *Tectrices secundarii dorsales mediae* (Abb. 20/13a), bedeckt, diese wiederum werden von mehreren Reihen kleiner Deckfedern, *Tectrices secundarii dorsales minores* (Abb. 20/14a), bedeckt. Auf der ventralen Flügelfläche gleichen sich die Verhältnisse der Deckfedern. Sie werden nach ihrer Lokalisation auf der ventralen Seite benannt: *Tectrices primarii ventrales majores, mediae et minores* (Abb. 21/12a-14a).



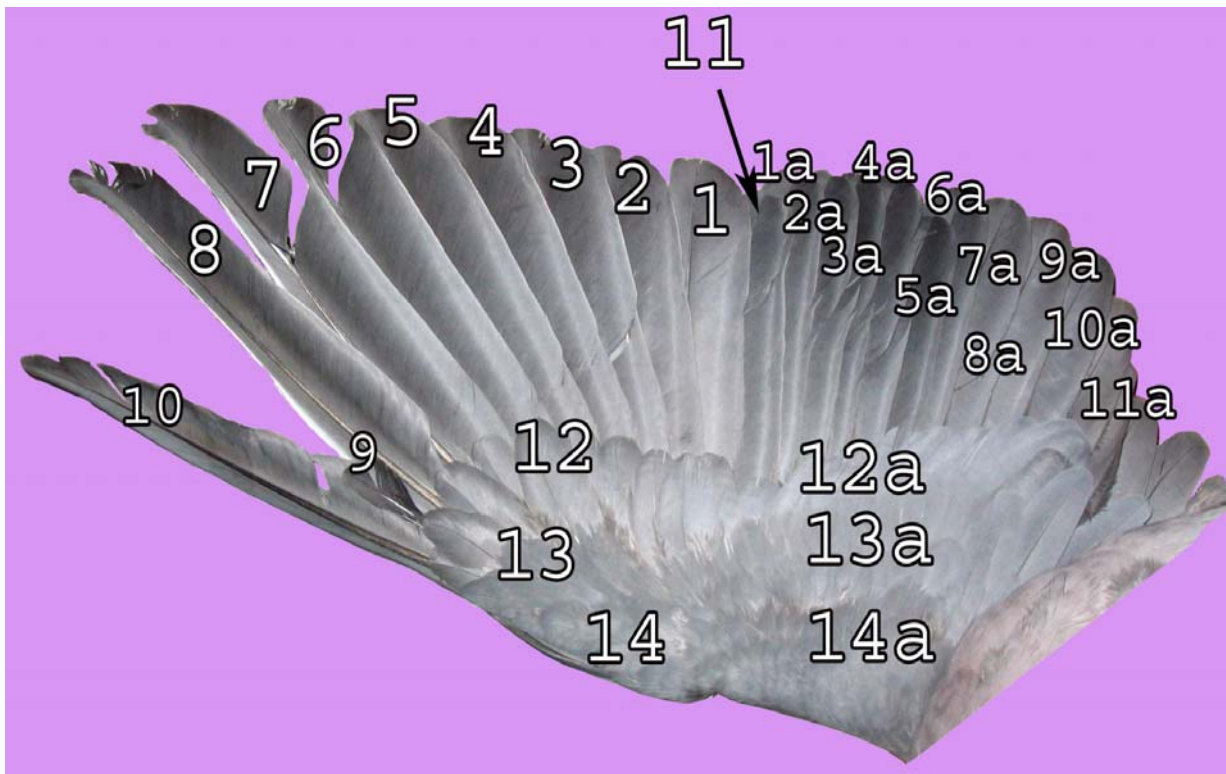
Alle Federn des Flügels sind graublau in unterschiedlichen Nuancen gefärbt. Die beim Fliegen sichtbare, weiße Teilfärbung des Flügels wird durch Deckfedern der Hand- und Armschwinge auf der dorsalen Fläche verursacht.



**Abbildung 20:**

Befiederung des linken Flügels einer adulten Ringeltaube, Dorsalansicht, Eckfittich ist aufgeklappt.

**1-10** Remiges primarii (Handschwingenfedern 1. bis 10. Ordnung. Die Reihenfolge beginnt bei der Axialfeder und steigt nach lateral an. Handschwingenfeder Nr. 9 befindet sich in der Mauser); **1a-11a** Remiges secundarii (Armschwingenfedern 1-11, die fünfte Armschwinge befindet sich in der Mauser); **11** Remex carpalis; **12** Tectrices primarii dorsales majores; **12a** Tectrices secundarii dorsales majores; **13** Tectrices primarii dorsales mediae; **13a** Tectrices secundarii dorsales mediae; **14** Tectrices primarii dorsales minores; **14a** Tectrices secundarii dorsales minores; **15** Remiges alulares



**Abbildung 21:**

Befiederung des linken Flügels einer adulten Ringeltaube, Ventralansicht.

**1-10** Remiges primarii (Handschwingenfedern 1. bis 10. Ordnung. Die Reihenfolge beginnt bei der Axialfeder und steigt nach lateral an. Handschwingenfeder Nr. 9 befindet sich in der Mauser.); **1a-11a** Remiges secundarii (Armschwingenfedern 1-11, die fünfte Armschwinge befindet sich in der Mauser); **11** Remex carpalis; **12** Tectrices primarii ventrales majores; **12a** Tectrices secundarii ventrales majores; **13** Tectrices primarii ventrales mediae; **13a** Tectrices secundarii ventrales mediae; **14** Tectrices primarii ventrales minores; **14a** Tectrices secundarii ventrales minores

## 5 Diskussion

### Grundlage zur Darstellung

Das **erste Ziel** der vorliegenden Arbeit ist, die topographische Anatomie des Flügels der Ringeltaube zu untersuchen, um dadurch Kenntnisse über deren bisher noch nicht beschriebene Morphologie zu erhalten. Bedingt durch die extreme Bestandsvergrößerung werden immer häufiger Ringeltauben in Tierarztpraxen vorgestellt. Oft kommt es zu Frakturen, Luxationen oder anderen Beeinträchtigungen der Gliedmaßen. Bei der Therapie ist es für den behandelnden Tierarzt von entscheidender Bedeutung, genaue Kenntnisse über die Anatomie zu besitzen. Die Ringeltaube findet lediglich in der zoologischen oder in der Jagdliteratur nähere Betrachtung. MURTON (1965) beschreibt sehr ausführlich die Biologie der Ringeltaube. Auch BETTMANN (1973) geht detailliert auf deren Lebensweise ein. Bei operativen Eingriffen oder anderweitigen tierärztlichen Behandlungsmethoden sind diese Betrachtungen wenig hilfreich. In der vorhandenen Literatur wurden keine anatomischen Abhandlungen über die Ringeltaube gefunden.

In der vorliegenden Arbeit wird nicht nur Wert auf die genaue Darstellung der anatomischen Verhältnisse gelegt, sondern auch auf die Illustration der einzelnen Präparationsschritte und -ergebnisse. Diese werden in Form von digitalisierten Bildern wiedergegeben. Dem praktisch tätigen Tierarzt soll anhand der detailgetreuen Darstellungen die Handhabe gegeben werden, die anatomischen Verhältnisse schnell und einfach nachzuvollziehen. Sie geben Aufschlüsse über die anatomische Struktur und können bei operativen Eingriffen am Flügel eine Hilfe darstellen. Die hier beschriebenen Gefäße können bei jedem Individuum leicht voneinander abweichen. Diese Variabilität der Gefäße ist durch die individuelle Entwicklung und Morphologie bedingt.

### Vergleich zwischen Haus- und Ringeltaube

Ein **weiteres Ziel** ist, Unterschiede zwischen Haus- und Ringeltaube hervor zu heben. Dies erscheint sinnvoll, da sie zwar derselben Familie der Columbidae und demselben Genus zugerechnet werden, jedoch verschiedenen Arten angehören. Die Ringeltaube (*Columba palumbus palumbus*) steht als eigenständige Art, während die

vielgestaltige Haustaube (*Columba livia domestica*) von der Felsentaube (*Columba livia*) abstammt. Zum Vergleich zwischen diesen beiden Arten war es nicht nötig, Präparate von der Haustaube anzufertigen, da diese detailliert in der Literatur beschrieben worden sind. In den veterinäranatomischen Lehrbüchern (VOLLMERHAUS et al. 1992; SALOMON, 1993) wird die Haustaube dem Geflügel zugerechnet. Ihr anatomischer Bau wird ausführlich beschrieben und mit hervorragenden Halbtonzeichnungen dokumentiert. In dem Röntgenatlas von KRAUTWALD et al. (1992) werden das Skelettsystem und die inneren Organe von Papageien, Greifvögeln, Beos und auch von Tauben dargestellt. BAUMEL et al. (1993) bedienen sich der Haustaube als graphischer Vorlage und führen Unterschiede zu verschiedenen Vogelarten an. HUMMEL (2000) verwendet die Haustaube als Referenz für die verschiedenen Vogelarten. Daraus resultierend konnte beim Vergleich der Anatomie der beiden Arten die Strukturen der Haustaube anhand der reichlich vorliegenden Literatur verwendet werden. Für die Ringeltaube werden die Präparate aus dem Ergebnisteil verwendet.

Bei den **Knochen** gibt es im Vergleich zur Haustaube keine Unterschiede, deren Längenverhältnisse und Gestalt sind einander identisch. Die Unterschiede innerhalb der 23 untersuchten Tauben sind als sehr geringgradig einzustufen. Das Ergebnis der Verteilung der gemessenen Werte lässt auf keine signifikanten Unterschiede zwischen adulten und juvenilen, bzw. männlichen und weiblichen Tauben schließen. Die Meßwerte weisen bei allen Knochen jeweils eine eingipfelige Verteilung auf. Daraus lässt sich eine Uniformität unabhängig von Alter und Geschlecht schlussfolgern.

Bei der **Muskulatur** bestehen die Unterschiede zwischen Ringel- und Haustaube aus verschiedenen Ursprüngen und Ansätzen von Muskeln oder der unterschiedlichen Anzahl an Muskelbäuchen.

Der proximale Kopf des *Musculus extensor longus alulae* nimmt seinen Ursprung am Margo cranialis radii und nicht, wie bei der Haustaube, am Margo cranialis ulnae.

Der *Musculus ulnometacarpalis ventralis* entspringt mit seinem proximalen Kopf am distalen Drittel des Ulnaschafts, während er bei der Haustaube von der Mitte der Ulna kommt. Der *Musculus pronator profundus* setzt an der Mitte des Radius an, nicht wie bei der Haustaube am distalen Drittel. Die Ansatzstelle des *Musculus abductor digiti majoris* liegt bei der Ringeltaube lateral an der Phalanx proximalis digiti majoris. Bei der Haustaube setzt dieser Muskel ventral an der Phalanx

proximalis digiti majoris an. Beim *Musculus supinator* liegt die Ansatzstelle bei der Ringeltaube nicht wie bei der Haustaube in der proximalen Radiushälfte, sondern er endet weiter distal an der distalen Radiushälfte. Der *Musculus interosseus dorsalis* inseriert mit seiner kräftigen Endsehne am proximalen Rand der Phalanx digiti majoris, bei der Haustaube am distalen Rand desselben Knochens. Zusätzlich dazu liegt er dem Spatium interosseum in seinem Verlauf nicht nur auf, sondern füllt das Spatium aus.

Bei der Ringeltaube besteht der *Musculus extensor metacarpi radialis* im Gegensatz zur Haustaube aus einem dorsalen und ventralen Bauch, die sich kurz vor der Insertionsstelle miteinander vereinigen. Das *Caput dorsale* des *Musculus triceps brachii* ist bei der Haustaube zweigeteilt, während es nach den vorliegenden Untersuchungen einteilig ist.

Die Nomenklatur der arteriellen und venösen **Gefäße** und deren Verlauf wird dem Werk von BAUMEL et al. (1993) entnommen, welche die Haustaube als Modell ihrer vergleichenden Darstellungen verwenden. Der Verlauf der Arterien und Venen konnte in dieser Arbeit aus technischen Gründen nicht bis ins kleinste Detail dargestellt werden. Dennoch lässt sich feststellen, dass Ringeltaube und Haustaube einen nahezu identischen Gefäßverlauf besitzen.

Genau so verhält es sich bei dem Verlauf der **Nerven**.

Beim Vergleich der **Federn** fällt die Färbung auf. Die Ringeltaube zeigt auf der dorsalen Flügelfläche durch die weiße Färbung der Deckfedern der Arm- und Handschwingen ein weißes Band. Anzahl und Anordnung der relevanten Federn sind bei Ringel- und Hautauben identisch.

Die oben genannten Unterschiede zwischen Ringel- und Haustaube haben klinisch keine Auswirkungen. Zum Beispiel kann der operative Zugang zum Humerus bei beiden Arten von medial vorgenommen werden (COLES, 1997).

Die Ähnlichkeiten der Gefäßverläufe führen dazu, dass sowohl die Blutentnahme als auch die intravenöse Applikation von Medikamenten bei beiden Arten über die Vena ulnaris (DEIN, 1986; QUESENBERRY und HILLYER, 1994; KÖNIG und LIEBIG, 2001; HAFEZ und SCOPE, 2003), die Venae brachiales (COLES, 1997) oder die Vena cutanea ulnaris (GYLSTORFF und GRIMM, 1998; KUMMERFELD, 2003<sup>b</sup>) erfolgen kann.

## Vergleich und Bewertung der Methoden

Ein **letztes Ziel** dieser Arbeit ist, die Methoden zur Darstellung der Blutgefäße zu vergleichen und zu beurteilen. Da das klassische Schummer'sche Plastoidverfahren (SCHUMMER, 1936), seine Modifizierung (SCHUMMER, 1939, 1951) und nach weiterer Modifizierung durch NIZANKOWSKI und KEDZIA (1975), welche bislang vorwiegend für anatomische Korrosionspräparate bei Vogelextremitäten Anwendung fanden, nicht mehr auf dem Markt sind (VOLLMERHAUS 2002), galt es, neue Methoden zu verwenden. Dabei wurde auf das Verfahren mit Mercox® und Technovit® zurückgegriffen. HIRSCHBERG (1999) weist mit diesen beiden Verfahren den Gefäßverlauf an der Rinderklaue nach.

### a) Mercox®

Mercox® besteht aus zwei Komponenten. Die eine Komponente ist ein modifizierter Acrylharz, welcher zäh und klebstoffartig ist. Die andere ist ein flüssiger Katalysator. Um ein Ausgussmedium von ca. 5 ml zu erhalten, werden 5 ml flüssige Basis mit 0,25 g Paste mit einem Glasstab unter einem Gasabzug vermischt. Die entstandene Flüssigkeit muss innerhalb von 4-5 Minuten verarbeitet werden. Sie lässt sich sehr gut in die Flügelvene injizieren. Da das Injektionsmedium sehr dünnflüssig ist, überwindet es mühelos die Venenklappen, welche beim Technovitverfahren den Ausguss erheblich erschweren. Das Aushärten und die anschließende Mazeration verlaufen problemlos. Schwierig ist es, nach der Mazeration das Präparat von Geweberesten zu reinigen, da es sehr zerbrechlich ist. Dieses erfordert Vorsicht und Geschick. Da Mercox® kapillargängig ist und sich somit auch die feinsten Kapillaren der Muskeln und des Bindegewebes darstellen, werden die Präparate anschließend weiter bearbeitet. Um die Hauptgefäße zu zeigen, müssen die Verästelungen der Kapillaren entfernt werden. Dies ist sehr zeitaufwendig und macht ein sorgfältiges Vorgehen erforderlich, um die Hauptgefäße nicht zu beeinträchtigen. Nach dieser Prozedur entsteht ein sehr detaillierter Gefäßausguss.

Der Vorteil dieser Methode ist die niedrige Viskosität. Mercox® ist hervorragend für Venenausgüsse geeignet, da es die Venenklappen mühelos überwindet. Die leichte Handhabung ist ein weiterer Vorteil dieser Methode. Das Endprodukt ist geringfügig elastisch und somit etwas weniger zerbrechlich als die Endprodukte der Technovitmethode.

Nachteile dieser Methode sind der hohe Preis und die Peroxidbildung während der Herstellung, die deswegen ausschließlich unter einem Abzug erfolgt.

## b) Technovit®

Technovit® 7143 ist ein Acrylharz auf Methylmethacrylatbasis und besteht aus zwei Komponenten, einer flüssigen und einer pulverartigen, die kurz vor der Injektion vermischt werden. Das Gemenge lässt sich bei Raumtemperatur circa 8-10 Minuten lang verarbeiten. Die Viskosität ist im Vergleich zu Mercox relativ hoch. Dadurch lässt sich der Widerstand der Venenklappen nur schwer überwinden. Für Venenausgüsse ist Technovit® daher wenig geeignet.

Diese Eigenschaft von Technovit® ist nicht vorteilhaft. Durch die hohe Viskosität lässt sich die Masse nur sehr langsam injizieren. Wegen des geringen Durchmessers der Arterien und der Adhäsionskräfte, die sich durch die hohe Viskosität ergeben, erstarrt die Masse häufig schon während der Eingabe. Eine Eiskühlung der Gliedmaße bringt nur wenig Verbesserung. Das ist ein großer Nachteil und kann unvollständige Ausgüsse entstehen lassen. Bei erfolgreicher Injektion verläuft die Mazeration problemlos und der entstandene Gefäßausguss muss lediglich gereinigt werden. Die Endprodukte sind durch das geänderte Mischverhältnis zugunsten der geringeren Viskosität etwas spröde und zerbrechlich.

Ein Vorteil ist im Vergleich zu der Mercoxmethode der Wegfall einer Nachpräparation. Desweiteren ist dieses Verfahren preisgünstiger.

## 6 Zusammenfassung

Knochen, Muskeln, Blutgefäße, Nerven und Federn des Flügels werden bei Ringeltauben nach topographischen Gesichtspunkten untersucht und dargestellt, um den kurativ tätigen Tierärztinnen und Tierärzten Kenntnisse über die bisher noch nicht beschriebene Anatomie von *Columba palumbus palumbus* zu vermitteln und somit Hilfe bei diagnostischen und operativen Maßnahmen zu bieten.

Insgesamt stehen 23 Tiere, zehn juvenile und 13 adulte, zur Verfügung. Von den 10 Jungtauben sind sechs weiblich und vier männlich. Bei den 13 adulten Tauben sind sechs weiblich und sieben männlich.

Die Knochen des Flügels werden vermessen und beschrieben. Jeder der in Klotz'scher Lösung konservierten Muskeln wird freipräpariert und auf seinen Ursprung, Ansatz und sein Aussehen beschrieben. Der Verlauf der Arterien wird durch Korrosionspräparate mittels Technovit® 7143 dargestellt. Mit dieser Methode werden zufrieden stellende Ergebnisse erzielt. Gelegentlich entstehen unvollständige Präparate, die aber trotzdem in die Bewertung mit einfließen. Es ist nicht möglich, mit Technovit® 7143 Korrosionspräparate der Venen anzufertigen. Für diese Zwecke wird Mercor® verwendet, das sich als vorteilhafter zur Darstellung der Venen erweist. Die Nerven werden freigelegt, die Präparate in Klotz'scher Lösung fixiert, beschrieben und photographiert. Lediglich die makroskopisch sichtbaren Anteile der Nervenbahnen werden dargestellt. Die Federn werden anhand ihrer Anordnung und Verteilung auf Hand und Arm bestimmt und photographisch festgehalten.

Der Vergleich zwischen den beiden Arten *Columba palumbus palumbus* und *Columba livia domestica* lässt lediglich geringfügige Unterschiede bei der Muskulatur erkennen. Der Verlauf der Blutgefäße und Nerven ist nahezu identisch. Einige Federn sind unterschiedlich gefärbt, Anordnung und Verteilung auf Hand und Arm sind ebenfalls identisch.



## 7 Summary

This work is the result of an examination of bones, muscles, blood vessels, nerves and feathers of the Wood Pigeons wing. It helps veterinarians to give knowledge about the anatomy of *Columba palumbus palumbus* and offers support with diagnostic and surgical methods.

23 animals, including 10 juvenile and 13 adults are researched. Six of the ten juvenile pigeons are female and four male. The 13 adults include six female and seven male. Every bone is measured and its shape is described. Every muscle, conserved in Klotz' dilution, is dissected. Its origin, onset, characteristics and shape are researched and described.

The characteristics of the arteries are displayed by corrosion preparations achieved by Technovit® 7143. Results with this method are satisfying. Still there are difficulties with that method. Fragmentary preparations are the result of many test pieces still those enter the evaluation. It is not possible to achieve satisfying results for preparations of the veins. For this reason we use Mercor® which proves to be advantageously for displaying the characteristics of the veins. Finally both methods of displaying blood vessels are compared.

The nerves are dissected and fixed in Klotz's dilution. Beyond this they are described and photographed. Only the macroscopic viewable parts of the nerves are displayed. The feathers are being identified and photographed.

The comparison between *Columba livia domestica* and *Columba palumbus palumbus* shows insignificant differences.

## 8 Literaturverzeichnis

BAPTISTA, L. (1997): Family Columbidae (Pigeons and Doves). In: DEL HOYO, J., ELLIOTT, A. und SARGATAL, J. Handbook of the Birds of the World, Bd. 4. Sandgrouse to Cuckoos. Lynx Edicions, Barcelona, 60–243

BAUMEL, J. J., KING, A. S., LUCAS, A. M., BREAZILE, J. E. und EVANS, E. (1993): Nomina Anatomica Avium. Handbook of Avian Anatomy. Academic Press, London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco

BAUMEL, J. J. (1993): SYSTEMA CARDIOVASCULARE. In: BAUMEL, J. J., KING, A. S., LUCAS, A. M., BREAZILE, J. E. und EVANS, E. Nomina Anatomica Avium. Handbook of Avian Anatomy. Academic Press, London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco, 407-475

BAUMEL, J. J. und WITMER, L. M. (1993): OSTEOLOGIA. In: BAUMEL, J. J., KING, A. S., LUCAS, A. M., BREAZILE, J. E. und EVANS, E. Nomina Anatomica Avium. Handbook of Avian Anatomy. Academic Press, London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco, 45-132

BETTMANN, H. (1970): Untersuchungen mit Hilfe neuer Altesmerkmale an Ringeltauben. Zeitschrift für Jagdwissenschaft : Wildbiologie, Wildkrankheiten, Wildstandsbewirtschaftung, Ökologie, Kulturgeschichte, Bd. 16 H. 4, 150-158

BETTMANN, H. (1973): Wildtauben. BLV Verlagsgesellschaft München, Verlag >Das Bergland-Buch< Salzburg, Albert Müller Verlag, Rüschlikon-Zürich

BEZZEL, E. (1985): Kompendium der Vögel Mitteleuropas: Nonpasseriformes – Nichtsingvögel. Aula – Verlag, Wiesbaden

BHADURI, J.L. und BISWAS, B. (1957): The arterial system of the domestic pigeon (*Columba livia* Gmelin). Anatomischer Anzeiger 104,1-14

BIDLOO u. COWPER (um 1700): zit. nach STEINMANN, W. (1971)

BREHM, C. L. (1857): Die Naturgeschichte und Zucht der Tauben oder vollständige Beschreibung aller europäischen wilden und zahmen Taubenarten und ihrer Abänderungen, ihrer Wohnorte und Sitten, ihre Nahrung und Fortpflanzung, ihre Behandlung und Pflege, ihrer Feinde und Krankheiten. Verlag und Druck von B. F. Voigt, Weimar

CLARK, G. A. JR. (1993): INTEGUMENTUM COMMUNE. In: BAUMEL, J. J., KING, A. S., LUCAS, A. M., BREAZILE, J. E. und EVANS, E. Nomina Anatomica Avium. Handbook of Avian Anatomy. Academic Press, London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco, 17-44

CLAUSSEN, G. (1986): Der Jäger und sein Wild. Wildkunde und Wildkrankheiten. Paul Parey Verlag, Hamburg und Berlin

CLAUSSEN, G. und DAVID, A. (1996): Der Jäger und sein Wild. Wildkunde und Wildkrankheiten, 2. Auflage, Paul Parey Verlag, Hamburg

COLES, B. H. (1988): Innere Medizin und Chirurgie bei Vögeln. Aus dem Englischen übersetzt von PERDITA VON WALLENBERG. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart

COLES, B. H. (1997): Avian Medicine and Surgery. Second Edition. Blackwell Science Ltd., Berlin

CONZEMIUS, T. und KOPF, N. (1991): Treatments of fractures in wild birds: Indications and possibilities. Proceedings of the 1. Conference of the European Committee of the Association of Avian Veterinarians, March 13 - 16, 1991, Vienna. Association of Avian Veterinarians, Utrecht, 118-124

CORDES, J. (1989): Korrosionstechnik. Präparator 35, 21-28

DEIN, F. J. (1986): Chapter 12, Hematology. In: HARRIS, G. J. und HARRISON, L. Clinical Avian Medicine and Surgery. Verlag Saunders, Philadelphia, 174-191

DUBBELDAM, J. L. (1993): SYSTEMA NERVOSUM PERIPHERICUM. In: BAUMEL, J. J., KING, A. S., LUCAS, A. M., BREAZILE, J. E. UND EVANS, E. Nomina Anatomica Avium. Handbook of Avian Anatomy. Academic Press, London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco, 555-584

EICHLER, W. (1974): G. Spezieller Teil (Besprechung der Gattungen und Arten in alphabetischer Reihenfolge). In ZLOTORZYCKA, J. und EICHLER, W.: Taxonomie und Biologie der Mallophagen und Läuse mitteleuropäischer Haus- und Nutztiere. 1. Auflage Fischer Verlag, Jena

ELLENBERGER, W. und VAN GELDEREN, CH. (1936): Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. Venensystem. Springer Verlag, Bd. 6 , 685–729

FÜRBRINGER, M. (1902): Zur vergleichenden Anatomie des Schulterapparates und der Schultermuskeln. V. Teil. Vögel. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 36, 289-736

GEORGE, J.C. und BERGER, A.J. (1966): Avian Myology. Academic Press, New York

GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. und BAUER, K. (1980): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 9 Columbiformes – Piciformes. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden

GYLSTORFF, I. und GRIMM, F. (1998): Vogelkrankheiten. 2. Auflage, UTB, Ulmer Verlag, Stuttgart

HAAG-WACKERNAGEL, D. (2006): Human diseases caused by feral pigeons. *Advances in Vertebrate Pest Management* **4**, in press

HAFEZ, M. H. und SCOPE, A. (2003): Diagnose. In: KALETA, E. F. und KRAUTWALD-JUNGHANNS, M.-E. Kompendium der Ziervogelkrankheiten. Schlüterscher Verlag, Hannover, 72-78

HAFFERL, A. (1933): Gefäßsystem. V. Das Arteriensystem. In: BOLK, L.; GÖPPERT, E. NICKEL, R., KALIUS, E., und LUBOSCH, W. Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien. Bd. 6, 602-636.

HASEDER, I. und SINGLWAGNER, G. (1984): Knaurs Großes Jagdlexikon. Droemer Knauer Verlag, München

HATT, J.-M. (2003): Erkrankungen des Skelettsystems. In: KALETA, E.F. und KRAUTWALD-JUNGHANNS, M.-E. Kompendium der Ziervogelkrankheiten. Schlüterscher Verlag, Hannover, 139-159

HIRSCHBERG, R. (1999): Die Feinstruktur der Blutgefäße an der gesunden und erkrankten Rinderklaue. Vet. Med. Diss., Berlin

HODDE, K. C. und NOWELL, J. A. (1980): SEM of microcorrosion casts. Scanning Electron Microscopy 1980/II, 89-106

HÖFLE, U., GORTAZAR, C., ORTIZ, J. A., KNISPEL, B. und KALETA, E. F. (2004): Outbreak of trichomoniasis in a woodpigeon (*Columba palumbus*) wintering roost. European Journal of Wildlife Research (2004) 50: 73-77

HÖRTER-SCHMIDT, U. (1999): Darstellung der topographischen Anatomie der Flügel von Psittaciden mit digitaler Phototechnik. Vet. Med. Diss. Gießen

HUMMEL, G. (2000): Anatomie und Physiologie der Vögel. UTB, Ulmer Verlag, Stuttgart

HUMMEL, G., WENISCH, S. und HÖRTER-SCHMIDT, U. (2000): Darstellung der Nerven am Flügel von Psittaciden (Amazonen, Graupapagei) mit digitaler Phototechnik. Anatomia, Histologia, Embryologia: Journal of Veterinary Medicine Series C. 29:4 203-206

HYRTL, J. (1873): Die Korrosionsanatomie und ihre Ergebnisse. zit. nach STEINMANN, W. (1971)

JOHNSTON, F. (2000): TAUBENVÖGEL. In: GRZIMEK, B., MEISE, W., NIETHAMMER, G. und STEINBACHER, J. (Hrsg.). Grzimeks Tierleben. Vögel, Teil 2, Droemersch Verlagsgesellschaft Th. Knauer Nachf. GmbH & Co., München

KALCHREUTER, H. (1994): Jäger und Wildtier - Auswirkungen der Jagd auf Tierpopulationen. Verlag Dieter Hoffmann, Mainz

KALETA, E. F. und KRAUTWALD-JUNGHANNS, M.-E. (2003): Kompendium der Ziervogelkrankheiten. Schlüterscher Verlag, Hannover

KEYMER, I. F. (1977): Diseases of Birds other than Domestic Poultry. In: GORDON, R. F. Poultry Diseases. Bailliere Tindall, London, 220-246

KÖNIG, H.E. und LIEBIG, H.-G. (2001): Anatomie und Propädeutik des Geflügels. Schattauer Verlag, Stuttgart, New York

KRAFCZYK, S. (2001): Topographische Anatomie der Hintergliedmaße von Psittaciden. Vet. Med. Diss., Gießen

KRAUTWALD-JUNGHANNS, M.-E. (2003): Erkrankungen von Gefieder und Haut. In: KALETA, E. F. und KRAUTWALD-JUNGHANNS, M.-E. Kompendium der Ziervogelkrankheiten. Schlüterscher Verlag, Hannover, 126-139

KRAUTWALD, M.-E., TELLHELM, B., HUMMEL, G., KOSTKA, V. und KALETA, E. F. (1992): Atlas zur Röntgenanatomie und Röntgendiagnostik der Ziervögel. Parey Verlag, Berlin, Hamburg

KRUSCHEL P. (2004): Das Tierportrait. Unsere Ringeltaube, Der Burgdorfer Jäger, Nr. 4, 57-59

KÜBLER, R. (2006): DJV Handbuch 2006, Jagd aktuell. Verlag Dieter Hoffmann, Mainz

KUMMERFELD, N. (2003<sup>a</sup>): Parasitäre Erkrankungen. In: KALETA, E. F. und KRAUTWALD-JUNGHANNS, M.-E. Kompendium der Ziervogelkrankheiten. Schlüterscher Verlag, Hannover, 206-229

KUMMERFELD, N. (2003<sup>b</sup>): Therapie. In: KALETA, E. F. und KRAUTWALD-JUNGHANNS, M.-E. Kompendium der Ziervogelkrankheiten. Schlüterscher Verlag, Hannover, 107-118

LÜTHGEN, W. (1994): Taubenkrankheiten. 2., vollst. überarb. Aufl. Verlagshaus Reutlingen Oertel und Spörer, Reutlingen

MURTON, R.K. (1965): The Wood-Pigeon. The New Naturalist, Collins, London

MÜLLER, F. (2000): Die Wildtauben. Dieter Hoffmann Verlag, Mainz

NAGAMURA, T., NISHIDA, T. und NOMURA, S. (1974): The origin and insertion of thoracic-limb muscles in the pigeon (*Columba livia*). The Japanese journal of veterinary science 38: 145-162

NIETHAMMER, G. (1970): Zur Mauser der Ringeltaube. Journal für Ornithologie: Zeitschrift der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft. 111, 367-377



NIZANKOWSKI, C. und KEDZIA, A. (1975): Die polnischen Kunststoffe Methyl- und Butylmethakrylat und synthetischer Latex LBS 3022 in der anatomischen Technik. Wissenschaftliche Zeitschrift der Friedrich-Schiller-Universität Jena. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe. 24, 223-229

NÜSSLEIN, F. (2000): Das praktische Handbuch der Jagdkunde. BLV Verlagsgesellschaft München, Wien, Zürich

QUESENBERRY, K. E und HILLYER, E. V. (1994): Supportive care and emergency therapy. In: Ritchie B. W., Harrison G. J. und Harrison L. R. Avian medicine: principles and applications, Wingers Publishing Inc., Lake Worth, Florida, 15: 383-388

RINCK M. (2002): Topographische Anatomie der Hintergliedmaße beim Mäusebussard. Vet. Med. Diss. Gießen

ROMEIS, B. (1989): Mikroskopische Technik. 17. Aufl., Verlag Urban und Schwarzenberg, München

RÖSLER, G. und RÖSLER, R. (1975): die Taube, Wildtauben. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin

SALOMON, F. (1993): Lehrbuch der Geflügelanatomie. Fischer Verlag, Jena, Stuttgart

SCHUMMER, A. (1936): Korrosionsanatomische Präparate mit neuem Mittel nach neuem Verfahren hergestellt. Anatomischer Anzeiger 81, 301-303

SCHUMMER, A. (1939): Ein neues Mittel (Plastoid) und Verfahren zur Herstellung korrosionsanatomischer Präparate. Anatomischer Anzeiger 81, Ergänzungshefte: Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft. 177-224

SCHUMMER, A. (1951): Vereinfachtes Plastoid-Korrosionsverfahren. Anatomischer Anzeiger 98, 228-229

SCHRAG, L., ENZ H., KLETTE, H. und MESSINGER, H. (1990): Gesunde Tauben: Erkennung, Vorbeuge und Behandlung der wichtigsten Taubenkrankheiten – 6. dt., überarb. Aufl., 23. internat. Aufl., Schober Verlags-GmbH, Hengersberg

SCOPE, A. (2003): Bakterielle Erkrankungen. In: KALETA, E. F. und KRAUTWALD-JUNGHANNS, M.-E. Kompendium der Ziervogelkrankheiten. Schlüterscher Verlag, Hannover, 229-249

SCHUSTER, S. (1996): Untersuchungen zu Häufigkeit, Lokalisation und Art von Frakturen beim Vogel. Vet.Med. Diss. Giessen

SPITTLER, H. (2000): Wo bleibt der Ringeltaubenzuwachs? Rheinisch-Westfälischer Jäger, 40-42, 10/2000

SPITTLER, H. (2001): Hohe Ringeltaubenstrecken trotz geringen Zuwachses!? Wider der Natur? Rheinisch-Westfälischer Jäger, 48-50, 09/2001

STEINMANN, W. (1971): Über die Injektion der Blut- und Lymphgefäße sowie über die Herstellung von Korrosionspräparaten. Präparator 17, 3-30

VANDEN BERGE, J. C. und ZWEERS, G. A. (1993): MYOLOGIA. In: BAUMEL, J. J., KING, A. S., LUCAS, A. M., BREAZILE, J. E. und EVANS, E. Nomina Anatomica Avium. Handbook of Avian Anatomy. Academic Press, London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco, 189-250

VOGEL, K., ENGELMANN, C., VOGEL, H. und WEIß, E. (1980): Die Taube, Biologie, Haltung, Fütterung. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin

VOGEL, K., LÜTHGEN, W., MÜLLER, H., SCHRAG, L. und VOGEL, M. (1983): Die Taube: Fachbuch für Züchter, Halter u. Liebhaber von Tauben sowie Nachschlagewerk für den Tierarzt. Taubenkrankheiten. Schober Verlags GmbH, Hengersberg

VOLLMERHAUS, B., SINOWATZ, F., FREIWEIN, J. und WAIBL, H. (1992): Anatomie der Vögel. In: NICKEL, R., SCHUMMER, A. und SEIFERLE, E.: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere; Anatomie der Vögel. Bd. V, Verlag Paul Parey, Berlin

VOLLMERHAUS, B. (2002): August Schummer (1902–1977): Wegbereiter einer neuzeitlichen Korrosionsanatomie. Anatomia, Histologia, Embryologia, Bd. 31 (6), 326 – 330

WENDT, K. (2000): Topographische Anatomie der Hintergliedmaße beim Habicht (*Accipiter gentilis* Linne´, 1758). Vet. Med. Diss. Gießen

YASUDA, M. (1960): Comparative and topographical anatomy of the Fowl. III. On the Nervous Supply of the Thoracic Limb in the Fowl. The Japanese journal of veterinary science. 12, 99-102

## **Danksagung**

Hiermit bedanke ich mich bei meinem Doktorvater Prof. Dr. G. Hummel, der mir diese Doktorarbeit ermöglicht hat und mir stets mit Rat und Tat zur Seite stand. Dank gebührt auch Prof. Dr. E. F. Kaleta, der mir besonders in der Endphase der Arbeit stets hilfreich zur Seite stand.

Bei der Erstellung der Präparate danke ich meinem Kollegen Marco Stahl, ohne ihn wären diese nicht möglich gewesen. Holger Baulig danke ich für die Hilfe bei der Erstellung der Abbildungen und für jegliche Unterstützung am Computer.

Bei meinen Eltern möchte ich für deren Unterstützung und Geduld bedanken. Nicht zuletzt bedanke ich mich bei meiner Freundin Christiane Arsulic für ihre Unterstützung und Hilfe, die direkt und indirekt zum Gelingen dieser Arbeit zugetragen hat.

**édition scientifique**  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

VVB LAUFERSWEILER VERLAG  
STAUFENBERGRING 15  
D - 3 5 3 9 6 G I E S S E N

Tel: 0641-5599888 Fax: -5599890  
redaktion@doktorverlag.de  
www.doktorverlag.de

ISBN 3-8359-5102-5

